

Petteri Hautaluoma

DALI - VALAISTUKSEN OHJAUSJÄRJESTELMÄ

Opetuslaitteiston suunnittelu ja rakentaminen

Opinnäytetyö

KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Huhtikuu 2011



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieska	Aika Huhtikuu 2011	Tekijä/tekijät Petteri Hautaluoma
Koulutusohjelma Sähkötekniikka		
Työn nimi DALI-VALAISTUKSEN OHJAUSJÄRJESTELMÄ Opetuslaitteiston suunnittelu ja rakentaminen		
Työn ohjaaja Jari Halme		Sivumäärä 43+3
Työelämäohjaaja Kyösti Terentjeff		
<p>Opinnäytetyöni aiheena oli suunnitella ja toteuttaa valaistuksen ohjaukseen liittyvä opetuslaitteisto Centrian sähkövoimatekniikan laboratorioon. Työn tarkoituksena oli rakentaa laitteisto, jolla valaistusta pystyttäisiin ohjaamaan sekä paikallisesti kytkimillä että tietokoneen kautta. Työ toteutettiin DALI-valaistuksenohjausprotokollaa käyttäen. Ohjaus toteutettiin sähkövoimatekniikan laboratorion valaisimiin.</p> <p>Työssä käsitellään DALI-järjestelmän toimintaa ja tekniikkaa, sekä muita valaistuksen ohjaukseen liittyviä järjestelmiä ja niiden toimintaa. Työssä esitellään käyttämiäni laitteita ja niiden asennusta sekä järjestelmän ohjelmointia.</p>		

Asiasanat

DALI , Valaistus, Valaistuksen ohjaus, Valaistuksenohjausjärjestelmät

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date April 2011	Author Petteri Hautaluoma
Degree programme Electrical Engineering		
Name of thesis DALI LIGHTING CONTROL SYSTEM Construction of a learning environment		
Supervisor Jari Halme		Pages 43+3
Instructor Kyösti Terentjeff		
<p>The subject of this thesis was to design and build a learning environment related to lighting control for Centria laboratory of electrical engineering. The purpose of this thesis was to build equipment for controlling lighting locally and remotely with a computer. This thesis implemented DALI-lighting control protocol. The equipment was installed to the lamps in the laboratory.</p> <p>This thesis also covered DALI-systems technology and operations, and also other lighting control systems. This text presents the components used in the system and also the installation of the system as well as programming of the system.</p>		
Key words DALI, Lighting, Lighting Control, Lighting Control Systems		

KÄSITTEET

AMX	analog multiplexer, analoginen valaistuksenohjausjärjestelmä
Baudi	tiedonsiirron nopeudessa käytetty suure
Bitti	tietotekniikassa pienin käsiteltävä tiedon osa.
CAN	control area network, kiinteistöautomaatiossa ja autoteollisuudessa käytetty väyläjärjestelmä
DALI	digital addressable lighting interface, digitaalinen valaistuksenohjausjärjestelmä
DMX	digital multiplexer, digitaalinen valaistuksenohjausjärjestelmä
DSI	Tridonic Atcon kehittämä digitaalinen valaistuksen ohjausjärjestelmä
EIB	european installation bus, kiinteistöautomaatiossa käytetty väyläjärjestelmä
Elektroninen liitântälaite	rajoittaa loistevalaisimelle tulevaa virtaa
Ethernet	pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu
LON	local operating network, Echelonin kehittämä väyläjärjestelmä, jota käytetään kiinteistöautomaatiossa
Manchester koodaus	linjakoodausmenetelmä tietoliikenteessä

Multiplex

limitys, limitetty signaali

NEURON

LON-järjestelmässä käytettävä mikropiiri

PWM

pulse width modulation, pulssileveyden modulointi

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEET
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 YLEISTÄ	2
3 DALI-TEKNIikka	4
3.1 Järjestelmä	4
3.2 DALI ohjaussignaali	6
3.3 Osoitteen rakenne	8
3.4 Johdotus	9
3.5 Reititinjärjestelmä	11
4 DALI KIINTEISTÖAUTOMAATIOSSA	13
4.1 DALI erillisenä järjestelmänä	13
4.2 DALI erillisenä alajärjestelmänä	14
4.3 DALI pelkkänä alajärjestelmänä	15
5 ANALOGISET OHJAUSJÄRJESTELMÄT	17
5.1 0 ... 10 voltin järjestelmä	17
5.2 1 ... 10 voltin järjestelmä	19
5.3 AMX-järjestelmä	20
5.4 PWM standardi	21
6 DIGITAALISET OHJAUSJÄRJESTELMÄT	22
6.1 Yleistä	22
6.2 DMX	23
6.3 DSI	24
7 MUUT OHJAUSJÄRJESTELMÄT	26
7.1 LON	26
7.2 CAN	27
7.1 EIB	28
8 OPETUSLAITTEISTO	29
8.1 Komponentit	30
8.1.1 Digidim 402 teholähde	30
8.1.2 Digidim 494 releyksikkö	31
8.1.3 Ohjauspaneelit	33
8.1.4 Ohjelmointipiste	34

8.1.5 Multisensori 312	34
8.1.6 Elektroniset liitännälaitteet	36
8.2 Toteutus	37
8.3 Ohjelmointi	38
 9 POHDINTA	 41
 LÄHTEET	 42
LIITTEET	
 KUVIOT	
KUVIO 1. DALI-laitteet	5
KUVIO 2. Esimerkki huoneen valaistuksesta DALI-järjestelmässä	5
KUVIO 3. Manchester koodi DALI-järjestelmässä	7
KUVIO 4. DALI-jännitteen vaihtelu	8
KUVIO 5. DALI-sarjakytkentä	10
KUVIO 6. DALI-tähtikytkentä	10
KUVIO 7. DALI yhdistetty kytkentä	10
KUVIO 8. DALI-reititinjärjestelmän periaate	12
KUVIO 9. DALI ja kiinteistöautomaatio	13
KUVIO 10. DALI erillisenä järjestelmänä	14
KUVIO 11. DALI erillisenä alajärjestelmänä	15
KUVIO 12. DALI pelkkänä alajärjestelmänä	16
KUVIO 13. Diodin käyttö ohjauslinjassa	18
KUVIO 14. Standardin mukainen valaistustehon ja ohjausjännitteen ominaiskäyrä	19
KUVIO 15. Valaistuksen ohjaus LON-järjestelmässä	27
KUVIO 16. Digidim 402 teholähde	31
KUVIO 17. Digidim 494 releyksikkö	32
KUVIO 18. Ohjauspaneelit 125 ja 126	33
KUVIO 19. Digidim ohjelmointipiste 180	34
KUVIO 20. Multisensori 312 liiketunnistimen toiminta	35
KUVIO 21. Multisensori 312	36
KUVIO 22. EL1x14-35iDim	37
KUVIO 23. Digidim Toolbox-ohjelmisto	39
KUVIO 24. Ohjauspaneelin ohjelmointi Toolbox-ohjelmistolla	40
 TAULUKOT	
TAULUKKO 1. 0 ... 10 voltin järjestelmän ominaisarvot	17

1 JOHDANTO

Nykyaikaisen valaistuksen vaatimukset ovat muuttuneet yhä runsaslukuisemmiksi. Ennen vanhaan valaistuksella oli vain yksi tavoite eli luoda valoa erilaisten tehtävien suorittamiseen. Nykyään valaistukselta vaaditaan helppokäyttöisyyttä, näyttävyyttä ja energiatehokkuutta. Perinteiset valaistuksen ohjausjärjestelmät kuten kytkimet ja himmentimet eivät enää riitä vastaamaan näihin uusiin vaatimuksiin. Myöskään perinteisesti käytetyt analogiset käyttöliittymät, kuten 1 ... 10 voltin tasajänniteohjaus, eivät ole riittävän joustavia tai niissä ei ole kapasiteettia ohjata yksittäisiä valaisimia järjestelmässä. Uudet valaisintyypit ja tekniikat ovat mahdollistaneet parempien järjestelmien kehittämisen vastaamaan paremmin näihin uusiin vaatimuksiin. (DALI manual 2001.)

Tämän opinnäytetyön aiheena oli toteuttaa Centrian sähkövoimatekniikan laboratorioon valaistuksen ohjaukseen liittyvä laitteisto, jota voidaan käyttää opetustarkoituksissa. Tarkoituksena oli, että valaistusta pystyttäisiin ohjaamaan sekä paikallisesti että tietokoneen avulla. Päädyin toteuttamaan laitteiston Digital Addressable Lighting Interface (DALI) valaistuksenohjausprotokollaa käyttäen. Päädyin ratkaisuun laitteiden edullisen hinnan ja helppokäyttöisyyden perusteella. Minulla oli vaihtoehtoina rakentaa laitteisto joko erilliseen kaappiin tai sitten asentaa laitteisto laboratorion katossa sijaitseviin valaisimiin. Päätin asentaa järjestelmän katossa sijaitseviin valaisimiin tilaa säästääkseni sekä tulevaisuuden varalle, jos laboratorion valaistusta halutaan joskus muuttaa tai laajentaa. Työssä käsitellään DALI-järjestelmän tekniikkaa ja toimintaa, sekä muita valaistuksen ohjaukseen liittyviä järjestelmiä ja niiden toimintaa. Lisäksi työssä esitellään käyttämiäni laitteita ja niiden asennusta. Työssä esitellään myös hieman järjestelmän ohjelmointia.

2 YLEISTÄ

Analoginen 1 ... 10 voltin järjestelmä on yleisin elektronisten liitälaitteiden himmennykseen käytetty standardi tänä päivänä. Tämä järjestelmä ei kuitenkaan pysty ohjaamaan yksittäistä valaisinta järjestelmässä ja tämä tekee olemassa olevan valaistuksen laajentamisesta vaikeaa. DALI-järjestelmä kehitettiin uudeksi standardiksi korvaamaan vanhat järjestelmät. Tarkoitus oli luoda järjestelmä, jossa on edulliset komponentit, joita on helppo käyttää. Järjestelmän monipuolisuuden ja asennuksen helppouden ansiosta se tulee asteittain korvaamaan vanhat järjestelmät. DALI on ideaalinen ja yksinkertaistettu digitaalinen väylä nykyaikaiseen valaistuksen ohjaukseen. DALI-järjestelmää voidaan käyttää sekä erillisenä järjestelmänä että muiden rakennusautomaatiojärjestelmien alajärjestelmänä. (DALI manual 2001.)

DALI on kansainvälinen standardi ja se on standardoitu IEC 60929 standardin mukaisesti. Tämän ansiosta eri valmistajien elektroniset liitälaitteet ovat yhteensopivia järjestelmän kanssa. Tämä antaa suunnittelijoille, valaisinvalmistajille ja asentajille eri vaihtoehtoja komponenttien suhteen. Standardi koskee kuitenkin vain liitälaitteita ja eri valmistajien ohjausjärjestelmissä on eroja. Tiedon kulkua ja asennusta järjestelmässä on yksinkertaistettu niin paljon kuin mahdollista. Kaikki järjestelmän älykkäät komponentit kommunikoivat paikallisessa järjestelmässä yksinkertaisella tavalla ja ilman häiriöitä. Ohjauskaapeleilla ei ole mitään erityisvaatimuksia ja ei ole tarpeen asentaa mitään erityisiä suojauksia kaapeleille. (DALI manual 2001.) DALI-järjestelmä käyttää tiedonsiirtoon johtoparia, jolla digitaalinen signaali on siirrettävissä kaikkien järjestelmään kuuluvien laitteiden välillä. DALI:ssa tieto välitetään valaisimen liitälaitteelle osoitteellista digitaalisignaalia käyttäen ja sen ansiosta valaisimet säätyvät ohjaimen ja valaisimen välisestä etäisyydestä riippumatta. (Valaistussuunnittelijan käsikirja 2007.)

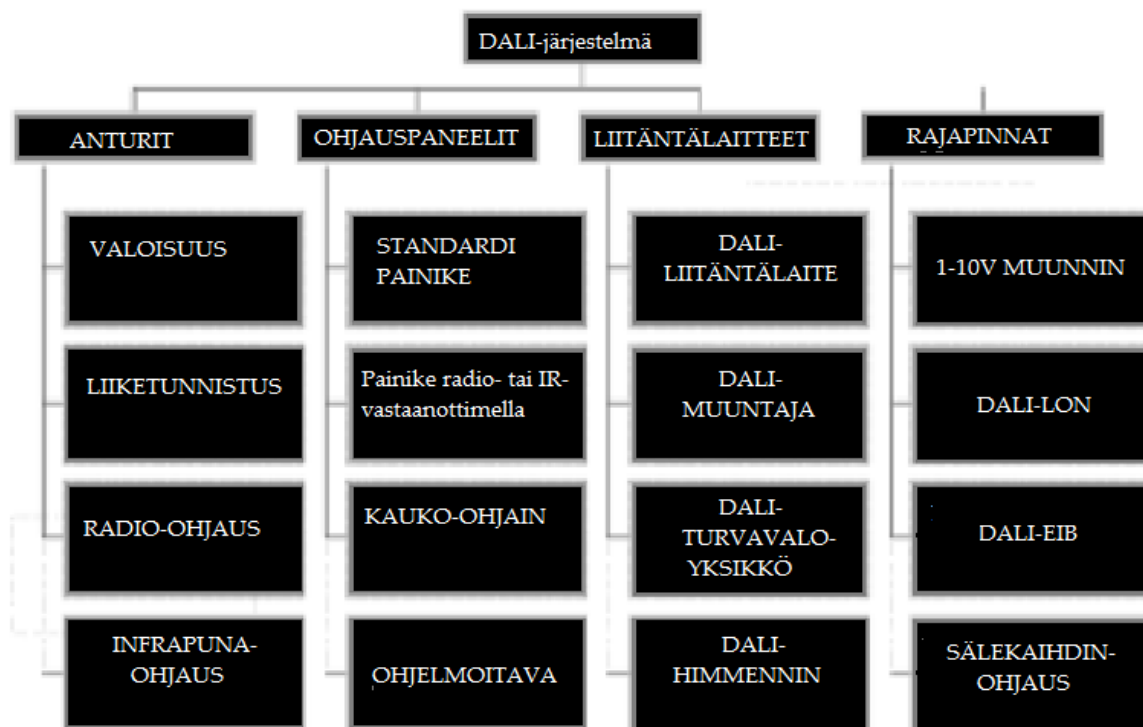
Digitaalista valaistuksen ohjausta on kehitetty jo 1980-luvulta lähtien. Nämä järjestelmät, jotka sen jälkeen on kehitetty, ovat yleensä melko kalliita laitteiden ja itse järjestelmän osalta. Usein ne vaativat myös suunnittelijalta ja asentajalta laajaa tietämystä järjestelmästä. Tämän takia järjestelmät vaativat paljon työtä ja ovat kalliita. DALI-järjestelmä kehitettiin johtavien liitännälaittevalmistajien yhteistyönä vastaamaan paremmin näihin haasteisiin. DALI-järjestelmän käyttäminen tai asennus ei vaadi erityistietämystä, joka on yksi järjestelmän suurista eduista. (DALI manual 2001.)

3 DALI-TEKNIikka

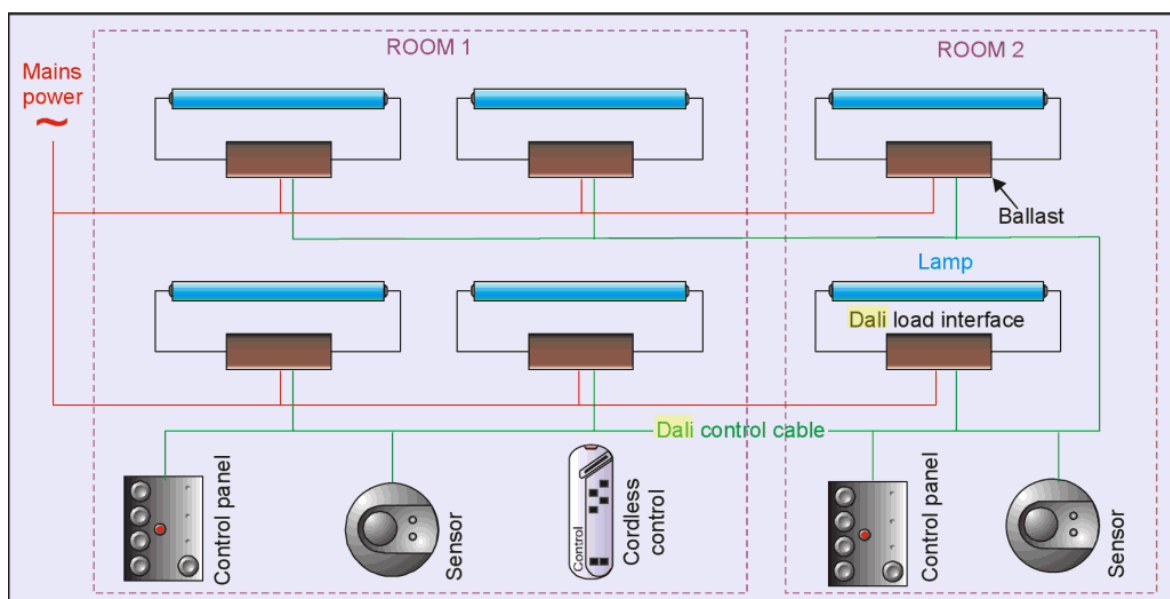
3.1 Järjestelmä

DALI-järjestelmässä jokaista siihen liitettyä elektronista liitäntälaitetta voidaan ohjata erikseen, mikä ei ole mahdollista analogisilla ohjausjärjestelmillä. DALI on alun perin tarkoitettu loistelamppujen ohjaamiseen, mutta nykyään järjestelmään voidaan kytkeä myös muita valaisintyyppejä. Järjestelmässä jokainen valaisin sisältää elektronisen liitäntälaitteen, joka liitetään järjestelmään johdinparilla. Järjestelmä ei vaadi mitään keskitettyä ohjauskeskusta, vaan tiedot tallennetaan suoraan liitäntälaitteisiin. Järjestelmä vaatii kuitenkin erillisen teholähteen, josta ohjauspiiri saa tarvitsemansa virran. Liitäntälaitteisiin tallennetaan esimerkiksi yksittäiset osoitteet, ryhmätunnukset, valaistustilanne arvot ja häivytyksajat. DALI lähentää perinteisen 1 ... 10 voltin järjestelmän ja monimutkaisten valaistuksenohjausjärjestelmien välistä eroa. Tämä tekee DALI-järjestelmästä ideaalisen alustan monipuoliselle valaistuksenohjaukselle nykyaikaisissa rakennuksissa. (DALI manual 2001.)

DALI-järjestelmän käyttöönotossa tarvitaan yleensä ohjelmointia. Ohjelmointi voidaan suorittaa esimerkiksi ohjauspaneelilla, kaukosäätimillä tai tietokoneohjelmaa käyttämällä. Ohjelmointiin voidaan tehdä muutoksia jälkeenpäin helposti, eikä kytkennöissä tarvitse tehdä muutoksia. Järjestelmään voidaan helposti lisätä uusia laitteita aina kun siihen tulee tarvetta. Täytyy ainoastaan huomioida, että tehollähteestä saatava virta riittää uusille laitteille. (DALI manual 2001.) Järjestelmään on saatavissa monia erilaisia laitteita esimerkiksi antureita ja ohjauspaneelija kuten kuviossa 1 nähdään. Kuviossa 2 on esitetty miten tyypillinen huoneen valaistuksenohjaus on toteutettu DALI-järjestelmässä.



KUVIO 1. DALI-laitteet (DALI manual 2001).



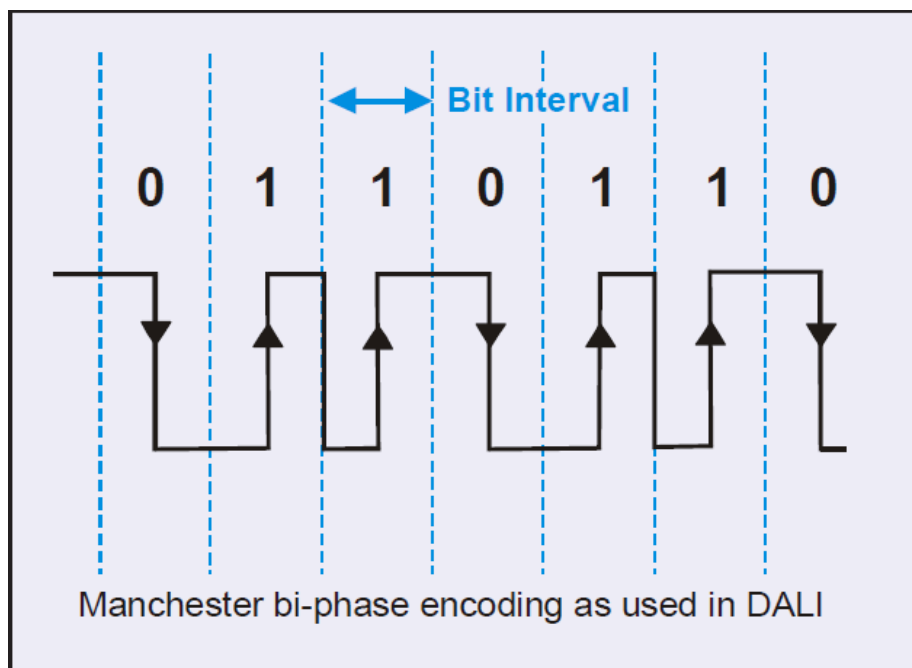
KUVIO 2. Esimerkki huoneen valaistuksesta DALI-järjestelmässä (Simpson 2003, 293).

DALI-järjestelmän maksimivirta on rajoitettu 250 milliampeeriin IEC 60929 standardin mukaisesti. Tällä pyritään välttämään kytkentöjen ylikuormitusta. Yhden liitäntälaitteen virrankulutus on rajoitettu 2 milliampeeriin standardin mukaan. Yhdessä DALI-väylässä voi siis olla maksimissaan 125 liitäntälaitetta kytkettynä.

Standardin mukainen liitäntälaite kykenee himmentämään loistelampun valovirtaa logaritmisesti 100 prosentista aina 0,1 prosenttiin. Käytännössä alin himmennystaso on kuitenkin 3 prosenttia. Erilaisia valotasoja järjestelmässä on 255. Himmennys on toteutettu vastaamaan silmän herkkyyttä. (DALI manual 2001.)

3.2 DALI ohjaussignaali

DALI-liitäntälaitteet kytketään kahdella johtimella ohjausyksikköön. Tiedonsiirron nopeus liitäntälaitteen ja ohjausyksikön välillä on 1200 baudia sekunnissa. Tiedonsiirtoon käytetään Manchester koodia. (DALI manual 2001.) Manchester koodi on yksi yleisimmistä menetelmistä jota tiedonsiirrossa käytetään nykyisin. Manchester koodissa käytetään yksinkertaista bittirakennetta, jossa kulkee vain bittejä "1" ja "0". Muutokset signaalijännitteessä tapahtuvat keskellä bittiä, kuten kuviosta 3 nähdään. Manchester koodi pystyy siirtämään tiedon myös muuntajien kautta, koska se ei sisällä merkittävää tasasähkökomponenttia. (Simpson 2003, 294.)

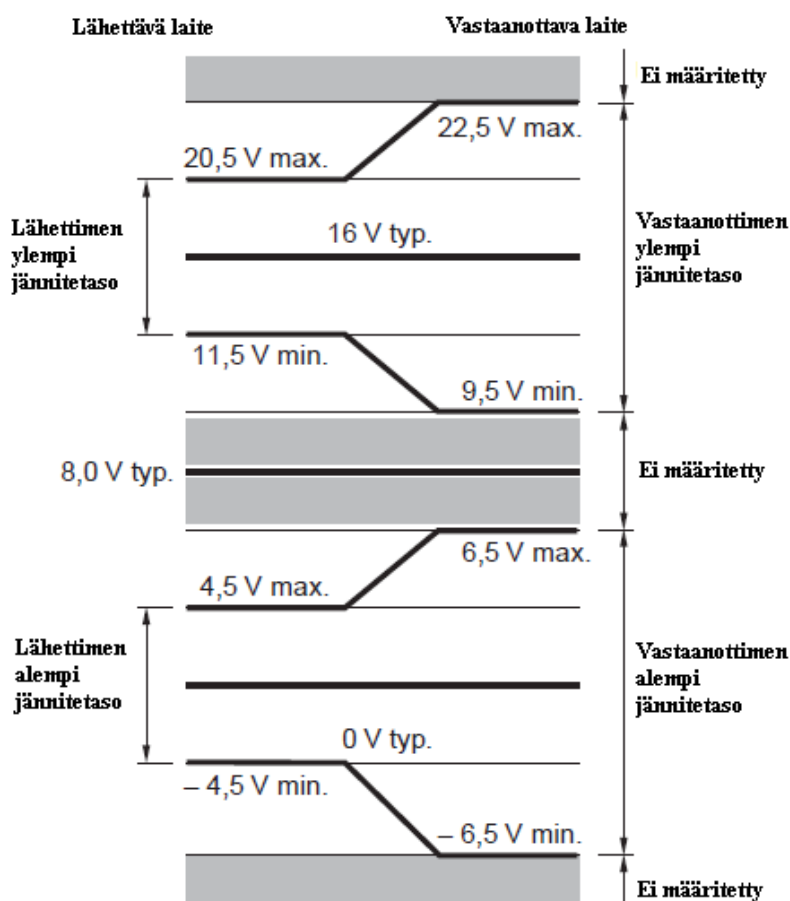


KUVIO 3. Manchester koodi DALI-järjestelmässä (Simpson 2003, 294).

Bittien "1" ja "0" tilat vastaavat kahta eri jännitetasoa. Logiikkatasossa muutos epätodesta todeksi vastaa bitin "1" tilaa. Vastaavasti muutos todesta epätodeksi vastaa bitin "0" tilaa. DALI-järjestelmässä nämä muutokset tapahtuvat matalan ja korkean jännitetason välillä. Signaali sisältää myös virhetunnistuksen. Ohjausyksiköltä laitteelle menevä viestikehys koostuu yhdestä aloitusbitistä, kahdeksasta osoitebitistä, kahdeksasta komentobitistä sekä kahdesta lopetusbitistä. Laitteelta palaava viestikehys on muuten sama, mutta se ei sisällä osoitebittejä. Osoitebitit määrittävät mitä laitetta ohjausyksikkö ohjaa. Komentobitit määrittävät esimerkiksi liitännälaitteen valontason. Kahdeksalla komentobitillä saadaan aikaan 255 eri tasoa valaistuksessa, mukaan lukien taso "0" jolloin valaisin on täysin sammuksissa. (Simpson 2003, 294.)

Matalan ja korkean signaalin ero järjestelmässä on suuri, jonka ansiosta järjestelmä on lähes immuuni sähköisille häiriöille. Järjestelmässä kulkevan tiedon määrä on suhteellisen pieni, joten laitteiden asennusjärjestyksellä ei ole merkitystä. Ohjaussignaali on erotettu päävirtapiiristä galvaanisesti. (Simpson 2003, 294.) Ohjaus-

väylässä kulkee 16 voltin jännite, mutta jännite voi vaihdella hieman. Ylempi jännitetaso on 16 voltia, mutta se voi vaihdella 9,5 ... 22,5 voltin välillä. Alempi jännitetaso on yleensä 0 voltia, mutta se vaihtelee -6,5 ... 6,5 voltin välillä. Tätä on kuvattu kuviossa 4. (DALI-manual 2001.)



KUVIO 4. DALI-jännitteen vaihtelu (DALI manual 2001).

3.3 Osoitteen rakenne

DALI-järjestelmän jokaisella laitteella on oma yksilöllinen osoite, jolla laite tunnistetaan ja sille voidaan lähettää käskyjä. Yhdessä DALI-väylässä voi olla enintään 64 yksilöllistä osoitetta ja sen lisäksi voi olla 16 eri valaistusryhmää. Jokaiseen laitteeseen voi myös tallentaa 16 erilaista valaistusarvoa. Koska jokaisella liitäntä-

laitteella on oma osoitteensa, voidaan ohjata pelkästään yhtä tai vaikka kaikkia valaisimia yhtä aikaa. Liitäntälaitte on aina valaisinkohtainen, mutta liitäntälaitteeseen voidaan kiinnittää useita lamppuja, jotka sijaitsevat samassa valaisimessa. (DALI manual 2001.)

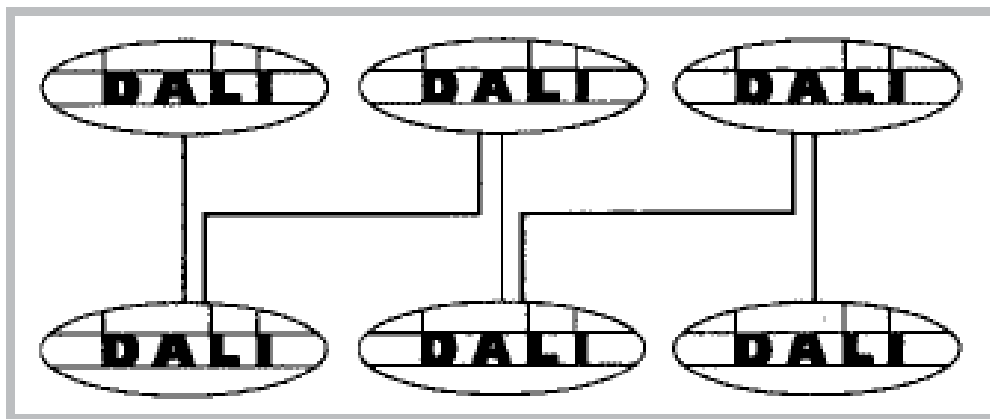
Viestikehyksessä osoitebittejä on kuusi kappaletta, johon liittyy vielä 2 valintabittä. Komentobittit kertovat sen jälkeen valaisimelle halutut säädöt. Järjestelmä tunnistaa automaattisesti siihen kytketyt laitteet ja antaa jokaiselle laitteelle oman kuusinumeroisen osoitteen. (Simpson 2003, 295.)

3.4 Johdotus

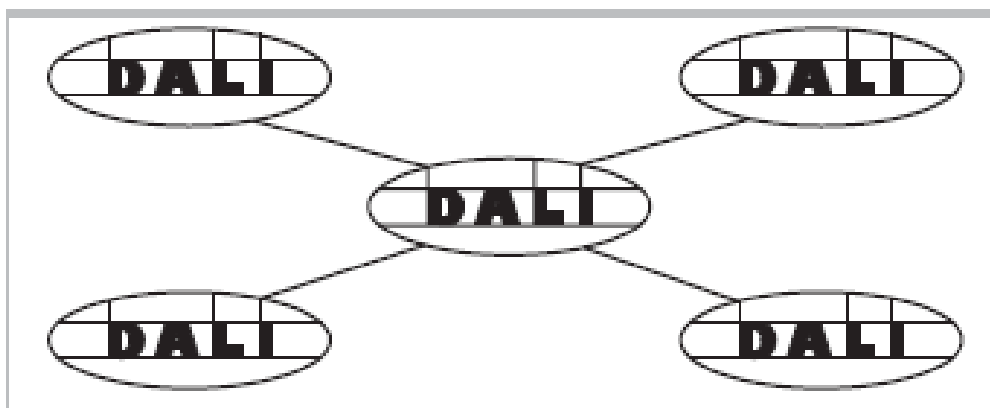
DALI-väylän johdotus ei vaadi erityiskaapeleita. Kaapelin on kuitenkin oltava verkkokäyttöön hyväksytty vaikka ohjausjärjestelmä onkin erotettu päävirtapiiristä. Järjestelmässä kulkee johdinpari. Ohjauskaapeloinnin topologia eli kytkentäjärjestys on vapaa pienen siirtonopeuden takia. Ohjauskaapeli voi kulkea yhdessä jännitekaapelin kanssa hyvän häiriönsietokyvyn ansiosta.

Kaapelin poikkipinta-ala voi olla 0,5 ... 1,5 mm² riippuen koko järjestelmän johtopituudesta. Esimerkiksi 0,5 mm² johdinta suositellaan, jos kokonaisjohtopituus jää alle 100 metriä. Tämä johtuu siitä, että järjestelmän jännitteenalenema saa olla vain 2 voltia. Järjestelmän johtopituus voi siis olla maksimissaan 300 metriä, jos käytetään 1,5 mm² kaapelia. Liitäntälaitteisiin tulee ohjauskaapeleiden lisäksi normaalisti vaihe-, nolla- ja suojamaajohto. (DALI manual 2001.)

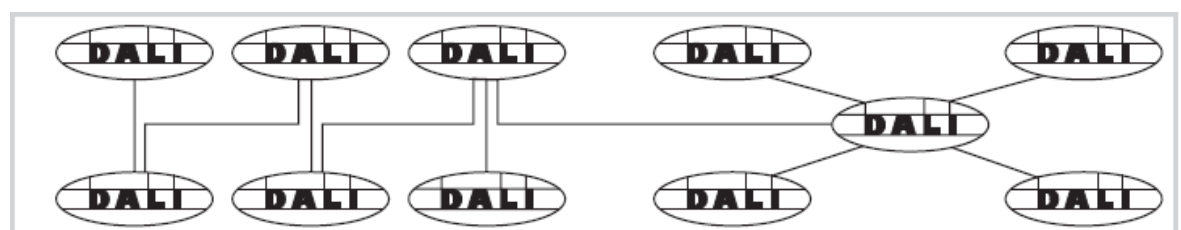
Järjestelmä voidaan kytkeä sarjaan tai tähteen sekä näiden yhdistelmänä kuten kuvioista 5 ... 7 nähdään. Tämän ansiosta kaapelipituuksia voidaan huomattavasti lyhentää (DALI manual 2001).



KUVIO 5. DALI-sarjakytkentä (DALI manual 2001).



KUVIO 6. DALI-tähtikytcentä (DALI manual 2001).

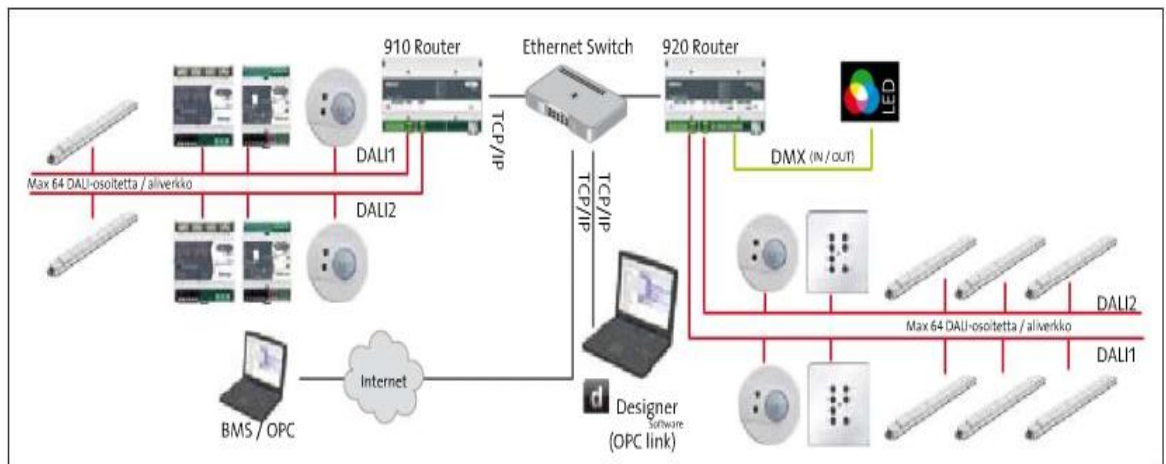


KUVIO 7. DALI yhdistetty kytkentä (DALI manual 2001).

3.5 Reititinjärjestelmä

Useita DALI-verkkoja voidaan yhdistää yhdeksi kokonaisuudeksi käyttämällä reititinjärjestelmiä. Helvar Oy valmistaa kahta reititinjärjestelmää DALI-verkkojen ohjaamiseen. Helvarin Digidim-reititinjärjestelmä käyttää Ethernet-yhteyttä liittämään DALI-verkot yhteen järjestelmään. Ethernet-yhteyden ansiosta järjestelmään voidaan helposti liittää esimerkiksi kiinteistöautomaatiojärjestelmiä. Helvarin Imagine-järjestelmä voidaan liittää myös esimerkiksi Digital MultiPlexer-järjestelmään (DMX), jolla voidaan ohjata esimerkiksi värillisiä LED-valaisimia.

Yksi reititin kykenee ohjaamaan kahta DALI-verkkoa eli yhden reitittimen alaisuuteen voidaan liittää 128 DALI-laitetta. Useampia reitittimiä voidaan liittää yhteen, jolloin pystytään samalla järjestelmällä ohjaamaan vaikka koko kiinteistön valaistusta. Järjestelmää ohjelmoidaan samalla tavalla tietokoneen avulla, kuin normaaliakin DALI-verkkoa. Tietokoneella pystytään myös valvomaan järjestelmää ja raportoimaan esimerkiksi vikatapauksista. Reititinjärjestelmä tarjoaa normaalin DALI-järjestelmän toimintojen lisäksi muun muassa kalenteritoimintojen ohjelmointimahdollisuuden. Reitittimet liitetään järjestelmään standardin mukaisella Ethernet-liitännällä, jonka nopeus on 10/100 megabittiä sekunnissa. Ethernet-liitäntä käyttää normaalia Internet (TCP/IP)-protokollaa. Kuviossa 8 esitellään reititinjärjestelmän periaatetta. (Reititinjärjestelmät, Helvar.)



KUVIO 8. DALI-reititinjärjestelmän periaate (Valaistussuunnittelijan käsikirja 2007).

4 DALI KIINTEISTÖAUTOMAATIOSSA

DALI-valaistuksenohjausjärjestelmä ei yksinään sovellu kiinteistöautomaatioon, koska se ei ole tarpeeksi monimutkainen järjestelmä. DALI onkin tarkoitettu ainoastaan valaistuksen ohjaukseen. DALI-järjestelmää voidaan käyttää vain valaistusta ohjaavana alijärjestelmänä kiinteistöautomaatiojärjestelmien ohessa. Kuviossa 9 verrataan DALI-järjestelmää kiinteistöautomaatiojärjestelmiin. DALI-järjestelmän yhdistäminen kiinteistöautomaatiojärjestelmään voidaan tehdä kolmella eri tavalla. (DALI manual 2001.)

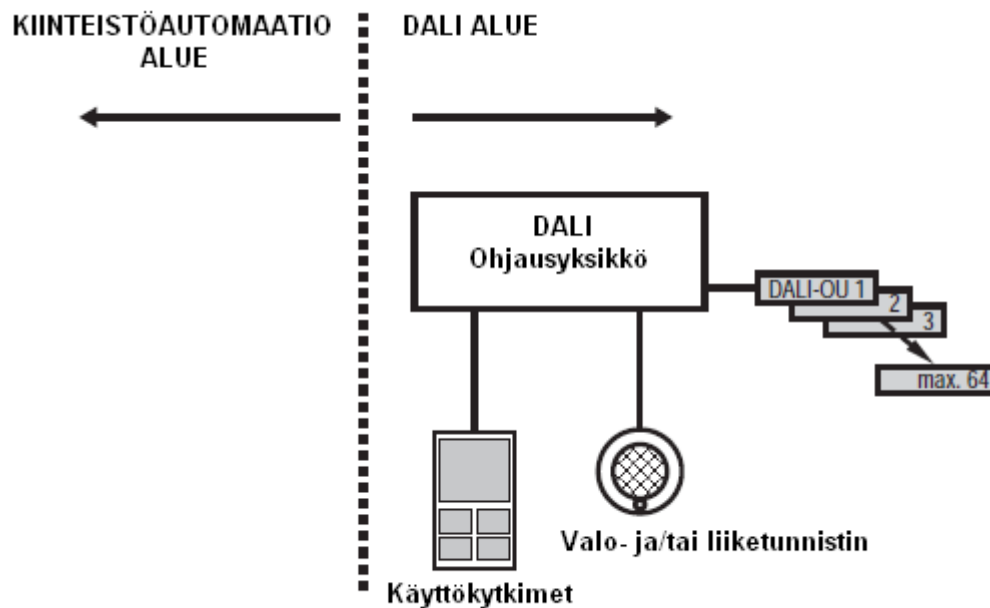


KUVIO 9. DALI ja kiinteistöautomaatio (DALI manual 2001).

4.1 DALI erillisenä järjestelmänä

DALI-järjestelmän liittäminen erillisenä järjestelmänä kiinteistöautomaatioon on helpoin tapa toteuttaa yhdistäminen. Yleensä tämä sisältää yksinkertaistetun ohjausyksikön, joka ei käytä DALI-järjestelmän kaikkia mahdollisia toimintoja. Tämä

on täysin erillinen valaistuksenohjausjärjestelmä, jolla ei ole yhteyttä kiinteistöautomaatiojärjestelmään. Kaikki toiminnot kuten järjestelmän käyttöönotto ja kunnossapito hoidetaan paikallisesti. Ohjauselementit ja tunnistimet yhdistetään ohjausyksikköön normaaliin tapaan analogisessa tai digitaalisessa muodossa. (DALI manual 2001.)

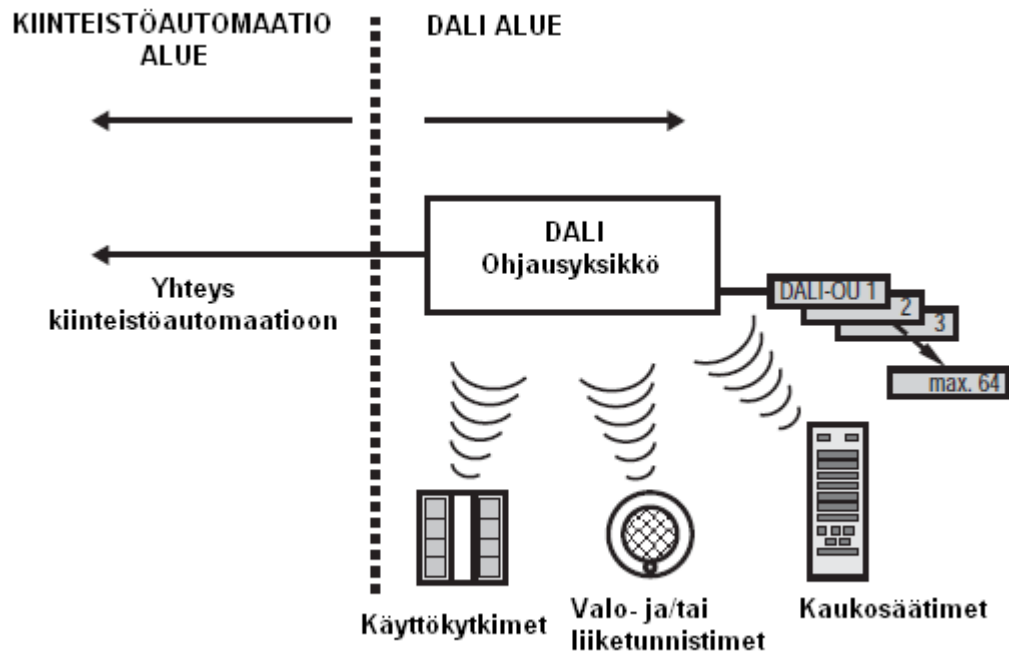


KUVIO 10. DALI erillisenä järjestelmänä (DALI manual 2001.)

4.2 DALI erillisenä alajärjestelmänä

DALI voidaan liittää kiinteistöautomaatiojärjestelmään erillisenä alajärjestelmänä. Tämä on muuten samanlainen tapa, kuin erillisenä järjestelmänä asentaminen, mutta järjestelmästä on yhteys kiinteistöautomaatiojärjestelmään. Vain kaikkein tärkeimmät tiedot, kuten esimerkiksi vikatilanteet ja pääkytkimen toiminnot, välitetään kiinteistöautomaatiojärjestelmään. Viesti voi olla yksinkertainen "kyllä" tai "ei" esimerkiksi vika- tai häiriötapauksessa. Tunnistimet, ohjauselementit, ohjelmointiyksiköt ja kauko-ohjaimet voidaan liittää ohjausyksikköön kuten yleensä.

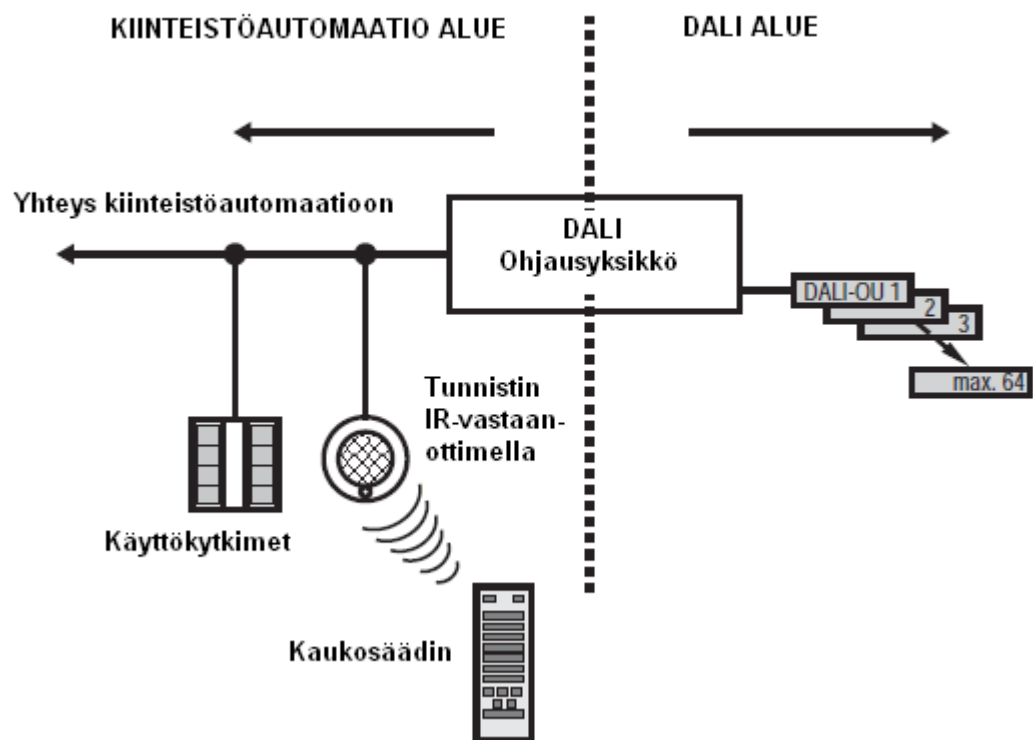
Järjestelmää voidaan käyttää myös ilman kiinteistöautomaatiojärjestelmää. (DALI manual 2001.)



KUVIO 11. DALI erillisenä alajärjestelmänä (DALI manual 2001).

4.3 DALI pelkkänä alajärjestelmänä

DALI-järjestelmä voidaan kytkeä osaksi kiinteistöautomaatiojärjestelmää puhtaaksi alajärjestelmäksi. Tällaista käyttötarkoitusta varten on suunniteltu kääntäjä (silta). Silta kääntää tiedon kiinteistöautomaatiojärjestelmästä DALI-järjestelmään ja päinvastoin saadakse yhteyden DALI-laitteille. Ohjauselementteinä käytetään erilaisia kytkimiä ja tunnistimia. Tässä asennuksessa valaistuksen ohjausta ei ole tarkoitettu toimimaan erikseen vaan se on osa kiinteistöautomaatiojärjestelmää. Järjestelmän käyttöönotto kuuluu osaksi kiinteistöautomaation käyttöönottoa. (DALI manual 2001.)



KUVIO 12. DALI pelkkänä alajärjestelmänä (DALI manual 2001).

5 ANALOGISET OHJAUSJÄRJESTELMÄT

5.1 0 ... 10 voltin järjestelmä

Analoginen ohjaus on yksinkertaisin tapa ohjata valaistusta kauko-ohjauksella, kun säädetään jotain mitattavaa suuretta esimerkiksi jännitettä. Elektronisten himmentimien alkuaikoina käytettiin monia erilaisia jännitetasoja ohjausjännitteelle. Vuosien aikana viihdeteollisuus alkoi käyttää 0 ... 10 voltin ohjausjännitettä eräänlaisena standardina. 10 voltin ohjausjännite on tarpeeksi pieni ollakseen turvallinen ja tarpeeksi suuri välttyäkseen häiriöiltä. Jännitteen säätö on yksinkertaista, koska 0 ... 10 voltin säätö tarkoittaa 0 ... 100 prosenttia tehosta. Esimerkiksi teho on 50 prosenttia, jos ohjausjännite on 5 voltia. Teho voi olla valaistusteho tai esimerkiksi jännite. Lisäksi se vastaa komponenttien tehotasoja. Taulukossa 1 nähdään järjestelmän perussuureet. (Simpson 2003, 280.)

TAULUKKO 1. 0 ... 10 voltin järjestelmän ominaisarvot (Simpson 2003, 281).

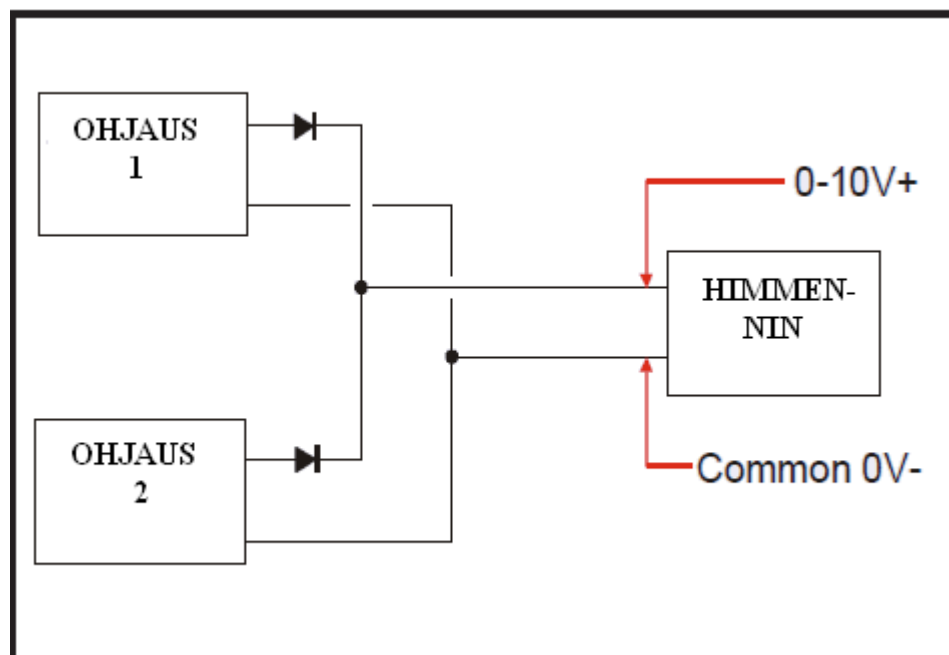
Ohjausjännitteen vaihteluväli	0 ... 10 V DC
Virranksuutussuure	≤ 0 V
Ohjausjännite 100 % tai päällä	≥ 10 V
Ohjaus	Lineaarinen
Turvallisuusrajat	-0,5 ... +15 V
Syöttöimpedanssi	100000 $\Omega \pm 20$ %

(jatkuu).

TAULUKKO 1. (jatkuu).

Passiivinen ohjausimpedanssi	$< 10000 \Omega$
Aktiivinen ohjausimpedanssi	$< 100 \Omega$
Virtalähteen kapasiteetti	$> 2 \text{ mA}$
Ulostulojännitteen stabiilisuus	$\pm 20 \text{ mV}$
Diodien estojännite	$> 15 \text{ V}$

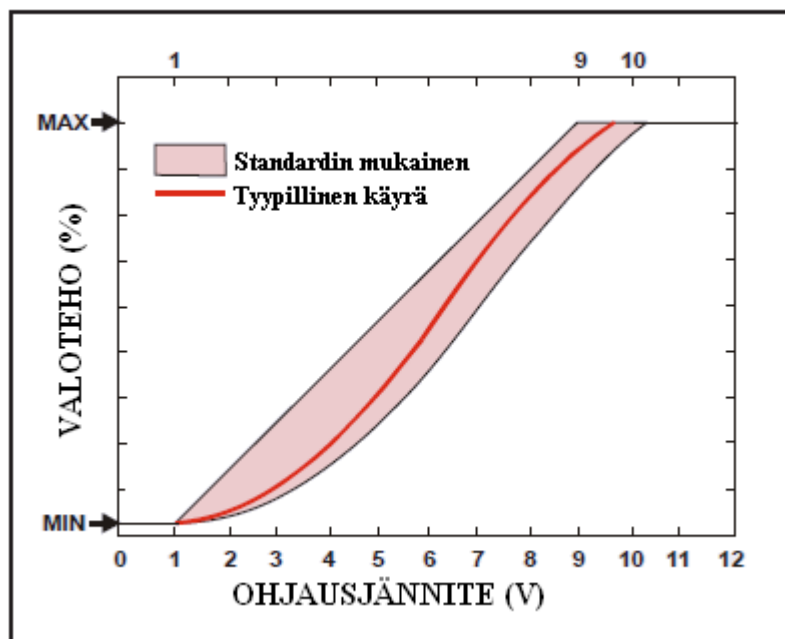
Järjestelmä käyttää matalaa lähtöimpedanssia, koska yksi ohjain ohjaa useita eri laitteita. Ohjauslinjassa käytetään diodeja, jotka estävät muiden ohjauslaitteiden signaalin pääsyn toiseen ohjaimeen. Signaalin vastaanottava laite toimii korkeimman jännitteen mukaan. Tällä tavalla voidaan useita ohjaimia käyttää yhden himmentimen ohjaamiseen (Kuvio 13). (Simpson 2003, 281.)



KUVIO 13. Diodin käyttö ohjauslinjassa (Simpson 2003, 281).

5.2 1 ... 10 voltin järjestelmä

1 ... 10 voltin järjestelmä on IEC 60929 standardin mukainen ohjaustapa loistevalaisimien elektronisien liitäntälaitteiden ohjaukseen. Järjestelmällä voidaan kuitenkin ohjata myös purkaus-, hehku- ja halogeenilamppuja. Ohjaussignaali on suunniteltu niin, että yhdellä ohjauslaitteella voidaan ohjata useita liitäntälaitteita. Vaikka säätöjännitteen vaihteluväli on teoriassa 0 ... 10 voltia, käytännössä säätöjännite vaihtelee 1 ... 10 voltin välillä. Siten varmistetaan, ettei sähköinen kohina vaikuta järjestelmän toimintaan. Kuviossa 14 nähdään standardin mukainen valaistustehon ja ohjausjännitteen välinen ominaiskäyrä. 1,5 voltia on suurin jännitetaso, jolla voidaan esittää minimitaso ja 1 voltissa laitteen on pakko olla minimitasolla. Vastaavasti 9 voltia on pienin jännitetaso, joka voi vastata maksimitasoa. (Simpson 2003, 282.)



KUVIO 14. Standardin mukainen valaistustehon ja ohjausjännitteen ominaiskäyrä (Simpson 2003, 282).

Standardin mukaan jokainen liitäntälaitte on virtalähde, joka tuottaa minimissään 0,2 milliampeerin ja maksimissaan 1 milliampeerin virran. Standardi määrittelee myös johtimille asetetut vaatimukset. Ohjausjohtimien ja päävirtajohtimien välillä tulisi olla kaksinkertainen eristys. Napaisuuden muutos ohjaussignaaliissa ei saa aiheuttaa vahinkoa liitäntälaitteelle. Lisäksi jokaisen laitteen tulisi kestää 30 voltin jännitteen vaihtelu ilman vahinkoa.

Alun perin standardi kehitettiin purkauslamppujen ohjaukseen. Ohjausjännitteen minimi- ja maksimitasot riippuvat siis valaisimen tyypistä ja liitäntälaitteen ominaisuudesta. Esimerkiksi kaasupurkauslampulle minimitason pitää olla vähintään 50 prosenttia, kun taas loistelampulle se voi olla 1 ... 20 prosenttia. Standardi ei määrittele ollenkaan tilaa, jolloin valo on kytketty pois päältä, vaan ainoastaan minimitason jolla lamppu vielä palaa. "Pois päältä"- tilalle ja kuormituspiirin erottamiselle on tehtävä erilliset määrittelyt. (Simpson 2003, 282.)

5.3 AMX-järjestelmä

Ennen digitaalisia valaistuksenohjausjärjestelmiä, jotkin järjestelmät käyttivät analogista multiplex (limitetty signaali) ohjausta. 1980 Strand Lighting kehitti D54 protokollan, joka perustui tähän ohjaustapaan. Siitä tuli myöhemmin standardi Yhdysvalloissa, jonka nimi on AMX192. AMX-standardiin perustuvat tuotteet ja järjestelmät ovat todella harvinaisia nykyään., mutta D54 protokollaan perustuvia järjestelmiä saattaa vielä löytyä.

AMX-järjestelmässä yksi johdinpari kuljettaa synkronoitua kellopulsseja. Vastavasti toinen johdinpari kuljettaa analogista signaalia, jonka suuruus on 0 ... 5 voltia.

Signaali lähetetään 50 mikrosekunnin pulsseina, jotka synkronoidaan kellopulsseja vastaavaksi. Jokainen pulssi vastaa jonkun tietyn himmentimen arvoa. Yksi ohjausväylä pystyy kuljettamaan 192 signaalia himmentimiltä vastaanottimelle. Yhtein vastaanottoon voi liittää 16 himmennintä. (Simpson 2003, 283.)

5.4 PWM standardi

Pulse width modulation (PWM) on IEC 60929 standardin mukainen ohjausjärjestelmä loistevalaisimien elektronisten liitäntälaitteiden ohjaukseen. PWM tarkoittaa suomen kielellä pulssinleveysmodulointia. PWM-järjestelmää ei käytetä kovin paljon, mutta se on kuitenkin tärkeä valaistuksenohjausjärjestelmä. Sitä käytetään esimerkiksi kylmäkatodiloistevalaisimien ja LED-lamppujen ohjauksissa.

PWM signaalilla matala jännitetaso on 0 ... 1,5 voltia sekä korkea jännitetaso 10 ... 25 voltia. Suurin valoteho saadaan, kun korkea signaali on päällä 5 prosenttia tai vähemmän yhden jakson ajasta. Pienin valoteho saadaan, kun korkea signaali on päällä 95 prosenttia jakson ajasta. Valo saadaan sammumaan, jos korkea signaali on yli 95 prosenttia jakson ajasta. Jakson aika voi vaihdella 1 ... 10 millisekunnin välillä. Pulssinleveydellä ja valoteholla on logaritminen suhde. (Simpson 2003, 283.)

6 DIGITAALISET OHJAUSJÄRJESTELMÄT

6.1 Yleistä

Digitaalisissa valaistuksenohjausjärjestelmissä ohjaustietoa kuljetetaan digitaalisessa muodossa. Digitaalisia ohjausjärjestelmiä koskevat kahdenlaiset standardit. Ensimmäinen standardi määrittelee millaista sähköistä signaalia järjestelmässä käytetään. Se määrittelee esimerkiksi käytettävät jännitteiden arvot, impedanssit ja tiedonsiirtonopeuden. Standardissa ei puututa tiedon sisältöön ollenkaan. Toinen standardi keskittyy sovelluksiin ja niitä voidaan kutsua protokolliksi. Siinä määritellään tarkasti miten ja mitä tietoa järjestelmässä siirretään. Esimerkiksi DMX512-protokolla kertoo tarkkaan miten valaistustehosta kertova tieto kulkee järjestelmässä.

Suurin osa digitaalisesta tiedonsiirrosta näissä järjestelmissä perustuu jännitteiden eri arvoihin, kuten esimerkiksi 5 voltia edustaa tilaa "1" ja 0 voltia edustaa tilaa "0". Tiedonsiirtotapoja on kolmenlaisia: simplex, half-duplex ja duplex. Simplex tarkoittaa yksisuuntaista tiedonsiirtoa, jossa ei ole takaisin tulevaa signaalia. Esimerkiksi DMX-järjestelmässä käytetään tällaista menetelmää. Half-duplex tarkoittaa kaksisuuntaista tiedonsiirtoa, jossa lähetin tai vastaanotin voivat lähettää tietoa toisilleen, mutta eivät yhtä aikaa. DALI-järjestelmä käyttää tätä menetelmää esimerkiksi saadakseen tilannetietoja liitäntälaitteilta. Dublex tiedonsiirtomenetelmässä lähetin ja vastaanotin voivat lähettää toisilleen tietoa yhtä aikaa. (Simpson 2003, 283-284.)

6.2 DMX

Digitaalinen standardi DMX512 on äärimmäisen suosittu valaistuksenohjausjärjestelmä maailmanlaajuisesti. Alun perin järjestelmä tarkoitettiin himmentimien ohjaamiseen, mutta nykyään sillä voidaan ohjata monia muitakin laitteita. DMX512 kykenee nimensä mukaisesti ohjaamaan 512 eri himmennyskanavaa. DMX-järjestelmässä tieto lähetetään paketteina, joilla päivitetään himmentimien ja muiden laitteiden tiloja. Lähetin ei saa lähettää 513 kehystä pidempiä paketteja ja sen täytyy noudattaa tarkasti ajoitussääntöjä, etenkin bittien aloitus- ja lopetustilanteissa. Vastaanottavan laitteen pitää kyetä vastaanottamaan kokonaisia paketteja, mutta vain niitä, jotka on tarkoitettu kyseiselle laitteelle. Vastaanottava laite pitää saman tilan päällä, kunnes se saa uuden käskyn muuttaa sitä.

DMX-järjestelmässä yksittäiset tietopaketit eivät sisällä mitään tunnistustietoja, jotka kertovat mille laitteelle kyseinen paketti on tarkoitettu. Tunnistaminen tapahtuu paketissa olevan tiedon järjestyksen perusteella. Esimerkiksi ensimmäisessä kehyksessä oleva tieto on tarkoitettu ensimmäiselle himmennyskanavalle, toisessa kehyksessä oleva tieto toiselle himmennyskanavalle ja niin edelleen. Lähetettävän paketin koko riippuu siis järjestelmässä olevien himmennyskanavien määrästä. DMX-järjestelmä lähettää tiedon 8-bittisenä jokaiselle himmennyskanavalle, mikä tarkoittaa 256 mahdollista valaistustasoa. DMX käyttää simplex-tiedonsiirtomenetelmää. Lähettäjä välittää yhdelle tai useammalle vastaanottimelle käskyjä, mutta vastaanottaja ei lähetä tietoja takaisin lähettimelle.

DMX on ollut äärimmäisen menestynyt ja suosittu standardi erityisesti niille, jotka ovat työskennelleet viihdevalaistuksen parissa. DMX-järjestelmällä on myös muutamia heikkouksia, jotka vaativat erilaisia ratkaisuja. Esimerkiksi 512 himmennyskanavan kapasiteetti ei ole riittävä liikkuvien valojen ohjaukseen, sillä yksi liikkuva valo saattaa viedä jopa 24 kanavaa. Tämä voidaan ratkaista käyttämällä use-

ampia ohjauslaitteita, jolla kapasiteettia saadaan kasvatettua. Hitaasti tapahtuva himmennys saattaa näkyä valon ”hyppäyksinä” matalilla valaistustasoilla. Lisäksi DMX-järjestelmässä ei ole minkäänlaista virheen korjausta lähetettävälle tiedolle. Ohjauskaapelin pituus rajoittuu noin 250 metriin. Ohjauskaapeliksi tulee valita kierretty parikaapeli, joka on suojattu. (Simpson 2003, 288-291.)

6.3 DSI

Digital Signal Interface (DSI) on Tridonic Atcon vuonna 1992 kehittämä digitaalinen valaistuksenohjausjärjestelmä. Valaisimissa tulee olla järjestelmään sopivat liitäntälaitteet kuten DALI-järjestelmässäkin. Säädön toimintaperiaate on sama kuin analogisessa 1 ... 10 voltin ohjauksessa. (DSI – Digitaalinen ohjaus, Glamox.) Valonsäätötiedot lähetetään valaisimelle digitaalisignaalia käyttäen. Valaisimeen tuodaan päävirtapiirin johtojen lisäksi kaksi ohjauspiirin johdinta kuten DALI-järjestelmässä. Järjestelmässä kulkee noin 12 voltin suuruinen ohjausjännite. Digitaalinen signaali on immuuni häiriöille. Valaistuksen minimitaso voi olla lampputyypistä riippuen 1, 3 tai 10 prosenttia. (Valaistussuunnittelijan käsikirja 2007.)

Järjestelmä ei edellytä ohjelmointia kuten DALI-järjestelmä. Valaisimia ja ryhmiä voidaan silti ohjata myös tietokoneohjelman avulla. Valaistustilanteet tallennetaan järjestelmän muistiin. DSI-järjestelmä ei käytä osoitteita liitäntälaitteille ja komponenteille, vaan ryhmittely tehdään johdotuksen avulla. Ohjaukseen voidaan käyttää erilaisia tunnistimia, kytkimiä ja kaukosäätimiä kuten DALI-järjestelmässäkin. DSI-järjestelmää voidaankin pitää DALI-järjestelmän edeltäjänä. (Valaistussuunnittelijan käsikirja 2007.) DSI-järjestelmällä voidaan ohjata myös muitakin valaisintyypppejä kuten halogeeni- ja hehkulamppuja. Näitä varten järjestelmään on kehitetty omia säätötarvikkeita. DSI-järjestelmää ei suositella pieniin kohteisiin

sen korkean hankintahinnan perusteella, koska pienikin järjestelmä vaatii aina oman keskusyksikön. (DSI – Digitaalinen ohjaus, Glamox.)

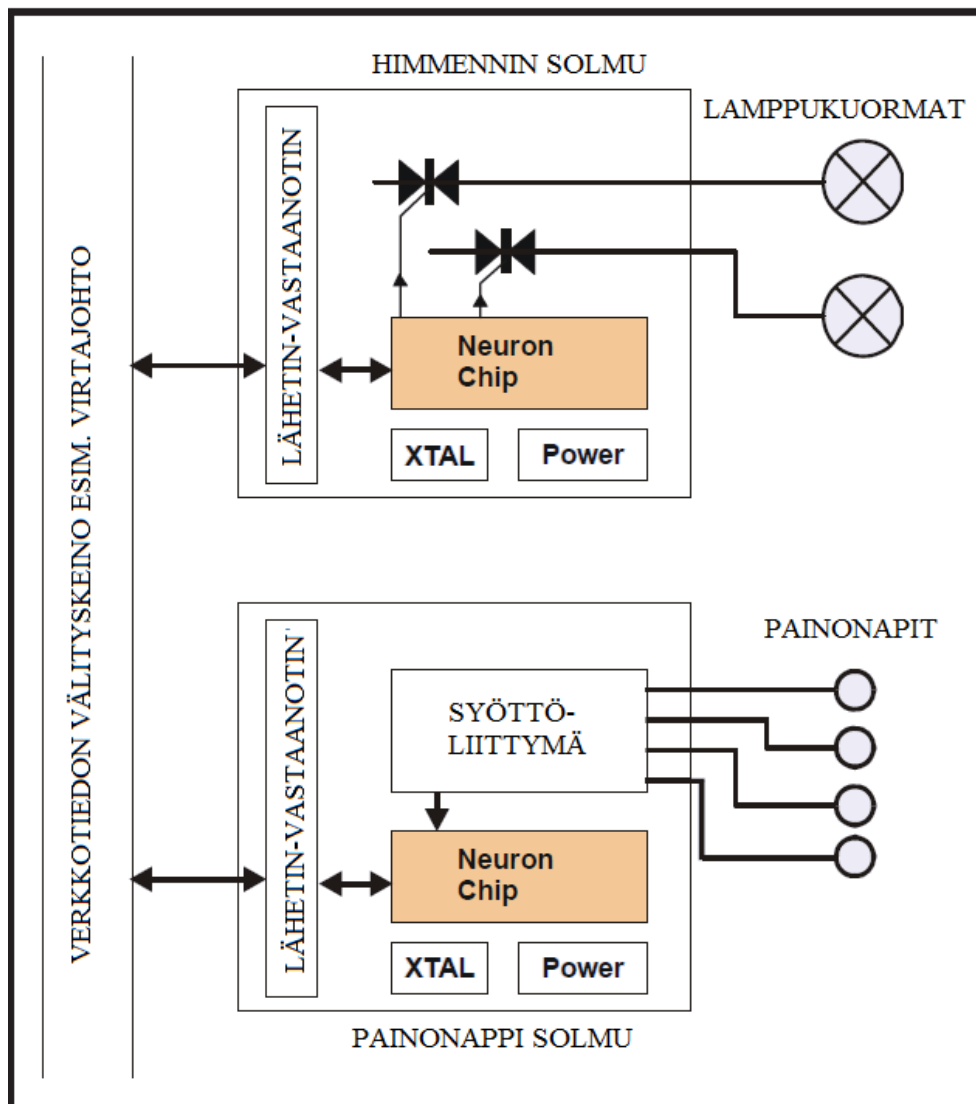
7 MUUT OHJAUSJÄRJESTELMÄT

Valaistuksen ohjaukseen voidaan käyttää myös järjestelmiä, jotka eivät varsinaisesti ole suunniteltu pelkästään valaistuksen ohjaukseen, vaan niillä ohjataan useita erilaisia sovelluksia. Nämä ovat yleensä erilaisia kiinteistöautomaatiojärjestelmiä, joiden tarkoituksena on ohjata koko kiinteistön sovelluksia. (Simpson 2003, 305.)

7.1 LON

Local Operating Network (LON) on Echelonin Yhdysvalloissa kehittämä kiinteistöautomaatiojärjestelmä. LON on digitaalinen sarjaväylä, jonka ideana on yhdistää eri laitteiden ohjaus ja käyttö samalle väylälle. LON on äärimmäisen suosittu järjestelmä kiinteistöautomaatiomarkkinoilla, koska se tarjoaa täyden yhteensopivuuden erilaisten laitteiden välillä. Esimerkiksi toimistoon sijoitettua liikkeentunnistinta voidaan käyttää sekä turvajärjestelmässä ilmoittamaan läsnäolosta, että valaistuksen ohjauksessa sytyttämään valot päälle.

LON-järjestelmässä jokainen yksikkö eli solmu on varustettu Neuron-piirillä. Neuron-piirin lähtökohtana on hoitaa sovellusten tarvitsema tiedon siirtäminen ja tulkinta kokonaan, jotta ylimääräisten komponenttien tarve olisi mahdollisimman pieni. Neuron-piiri sisältää tiedonsiirtoportin, sovelluslohkon, ohjauslohkon ja muistin. Neuronissa on 3 eri mikroprosessoria, jonka avulla tiedonsiirto ja laitteesta tapahtuva toiminto voi tapahtua samaan aikaan. Pienissä järjestelmissä Neuron voi kommunikoida suoraan muiden laitteiden kanssa, mutta yleensä se toimii lähetin-vastaanottimen kautta. Kuviossa 15 on esimerkki valaistuksen ohjauksesta LON-järjestelmässä. (Simpson 2003, 306-307.)



KUVIO 15. Valaistuksen ohjaus LON-järjestelmässä (Simpson 2003, 306).

7.2 CAN

Control Area Network (CAN) on Robert Boschin kehittämä järjestelmä, joka tarkoitettiin alun perin autoteollisuuden tarpeisiin. Järjestelmä on kuitenkin löytänyt laajempia käyttökohteita esimerkiksi kiinteistöautomaatiossa. CAN-järjestelmä ei pyri olemaan täydellinen ratkaisu kuten LON, kun puhutaan laitteiden ja järjestelmien yhteensopivuudesta.

CAN-järjestelmä käyttää multi-master- rakennetta, jonka suurin tiedonsiirtonopeus on 1 megabittiä sekunnissa. CAN-järjestelmässä viestejä ei lähetetä pisteestä pisteeseen, eikä siinä käytetä osoitteita. Viestit lähetetään kaikille yksiköille yhtä aikaa. Viestien pituudet pidetään melko lyhyinä. Vastaanottava laite päättää itse mitä viestiä se käyttää ja hylkää muut viestit. CAN-järjestelmä pyrkii nopeaan ja korkeasti suojattuun reaaliaikaiseen ohjaukseen. CAN-järjestelmää käytetään erityisesti autojen valaistuksen ohjauksessa. CAN-järjestelmällä pystytään helposti hoitamaan keskikokoisten valaistusjärjestelmien ohjaus rakennuksissa. (Simpson 2003, 311-314.)

7.3 EIB

European Installation Bus (EIB) on Euroopassa kehitetty kiinteistöautomaatiojärjestelmä. EIB käyttää paljon samoja tekniikoita ja käsitteitä kuin LON ja CAN.

EIB-järjestelmässä yhteen linjaan voidaan kytkeä 256 laitetta. Yhteen päälinjaan voidaan kytkeä 15 peruslinjaa, joka muodostaa alueen. 15 päälinjaa voidaan kytkeä yhteen runkoverkkoon, joka muodostaa järjestelmän kokonaisuuden. Viestejä voidaan lähettää pisteestä pisteeseen, kokonaiselle ryhmälle tai reaaliaikaisella lähetyksellä. Lähetetty viesti vastaa 14 bittiä, ja järjestelmä voi käyttää tiedon monella eri tavalla. Viesti voi sisältää yksinkertaisen muuttujan, esimerkiksi valaistustason, jota mikä tahansa laite voi halutessaan käyttää. EIB-järjestelmää käytetään usein yhdessä DALI-järjestelmän kanssa, ja monet laitetoimittajat tarjoavat näitä järjestelmiä samassa paketissa. (Simpson 2003, 315-317.)

8 OPETUSLAITTEISTO

Opinnäytetyöni aiheena oli suunnitella ja toteuttaa valaistuksen ohjaukseen liittyvä opetuslaitteisto Centrian sähkövoimatekniikan laboratorioon. Tarkoitus oli rakentaa laitteisto, jolla valaistusta pystyttäisiin ohjaamaan sekä paikallisesti kytkimillä että tietokoneen kautta. Tietoa etsiessäni parhaimmaksi ratkaisuksi nousi DALI-valaistuksenohjausjärjestelmä. Päätin toteuttaa järjestelmän liittämisen laboratorion valmiiksi asennettuihin T5-loistevalaisimiin, sekä osaan vanhemmista TL-D loisteputkia sisältävistä valaisimista, joita ei voida himmentää.

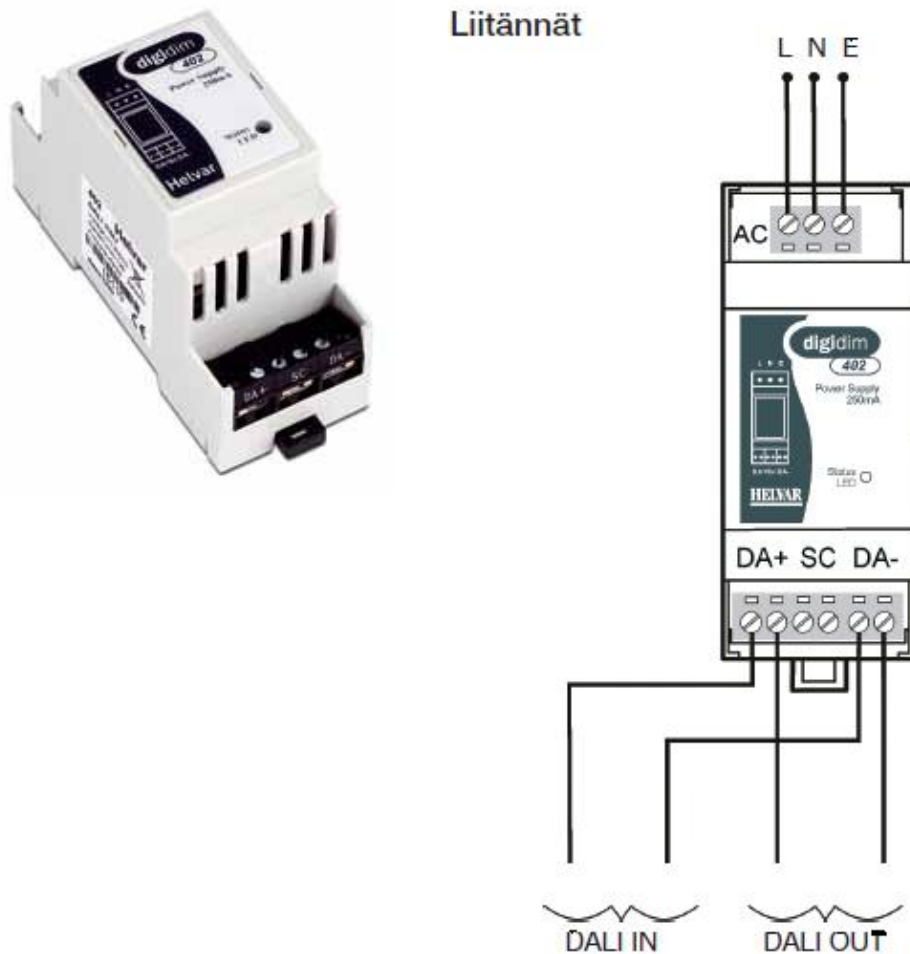
Järjestelmällä on tarkoitus siis ohjata neljää T5-loistevalaisinta, joissa on kaksi loisteputkea yhdessä valaisimessa. Lisäksi releyksikön avulla voidaan ohjata myös muita himmentämättömiä valaisimia. Valaisimia voidaan ohjata kahden säätimen kautta tai tietokoneohjelmaa käyttämällä. Molempiin säätimiin voidaan vapaasti ohjelmoida erilaisia valaistustilanteita. Lisäksi releyksikköä voidaan ohjata paikallisesti pääkeskukselta, jossa se sijaitsee. Järjestelmän avulla oppilaat voivat tutustua DALI-järjestelmän toimintaan, suunnitteluun ja ohjelmointiin.

Työssä käytetyt DALI-komponentit tilattiin Helvar Oy Ab:lta. Laitteet kuuluvat Helvarin Digidim-tuoteperheeseen. Helvarin komponenteista löytyi paljon tietoa ja mielestäni ne sopivat tähän työhön loistavasti. Myös monet muut tunnetut valaisin- ja liitäntälaittevalmistajat tarjoavat DALI-järjestelmiä kuten Tridonic Atco. Vaikka järjestelmät perustuvat yhteiseen standardiin, eri valmistajien järjestelmissä on silti eroja.

8.1 Komponentit

8.1.1 Digidim 402 teholähde

Järjestelmän teholähteenä käytetään Helvarin Digidim 402 teholähdettä. Digidim 402 syöttää DALI-järjestelmälle maksimissaan 250 milliampeerin virran, kuten standardissa on määritetty. Yhdessä DALI-alueessa saa olla vain yksi tällainen teholähde. Digidim 402 asennetaan DIN-kiskoon. Lisäksi se on oikosulku- ja ylikuumenemissuojattu. Digidim 402 tarvitsee 230 voltin verkkojännitteen keskukselta. Laite tulee suojata 2 ampeerin sulakkeella tai johdonsuojakatkaisijalla. Laitteessa sijaitseva LED-valo ilmaisee milloin verkkojännite on kytketty. Kuviossa 16 esitellään laite ja sen liitännät. (Datalehti Digidim Teholähde, Helvar.)

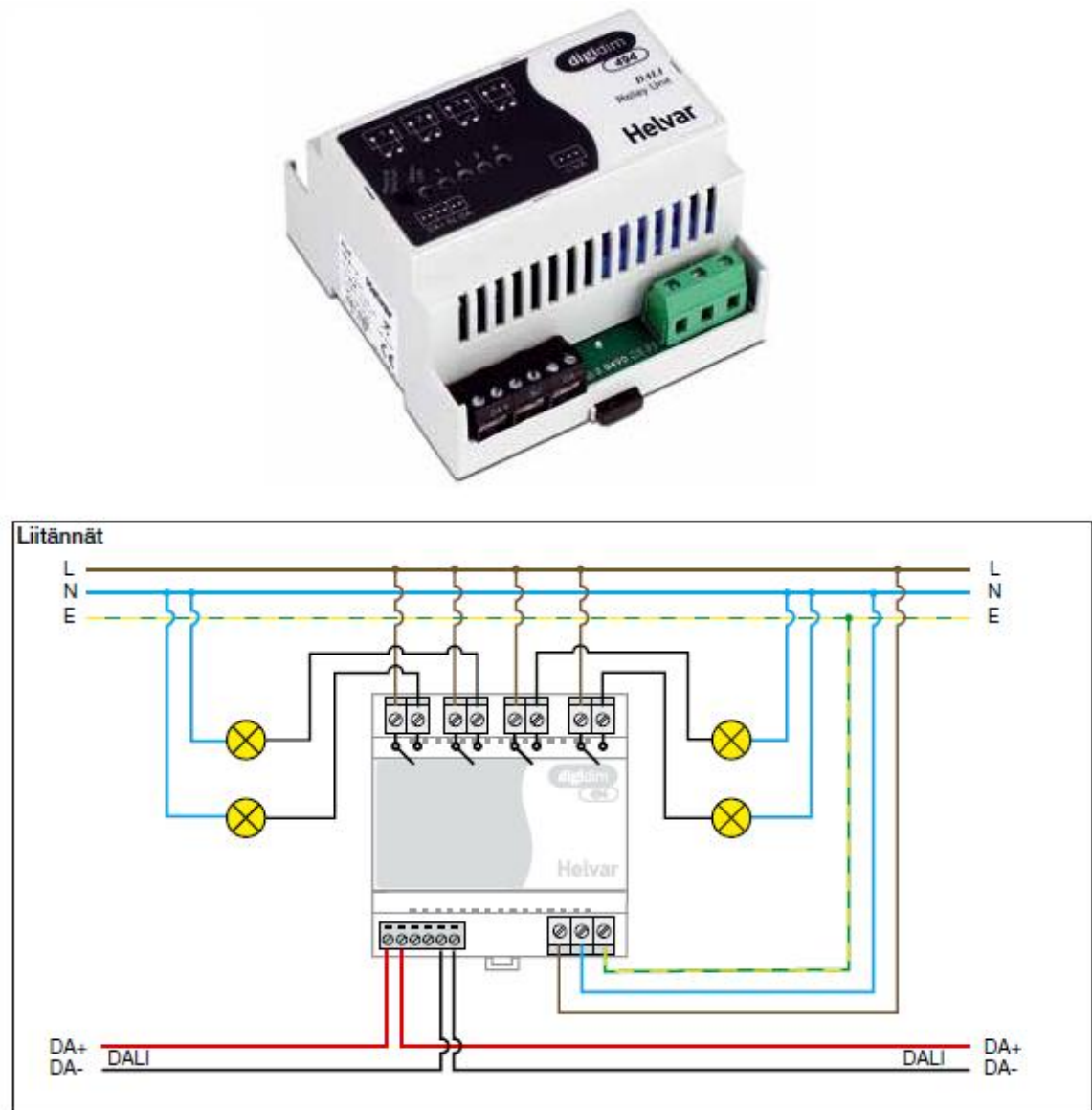


KUVIO 16. Digidim 402 tehrolähde (Datalehti Digidim Teholähde, Helvar).

8.1.2 Digidim 494 releyksikkö

Digidim 494 on DALI-järjestelmään kytkettävä releyksikkö, jonka avulla pystytään ohjaamaan erilaisia himmentämättömiä kuormia. Laite sisältää neljä potentiaali-vapaata relettä, joiden avulla lamppukuormia voidaan ohjata. Relelähdtöt ovat eristetty toisistaan, joten eri vaiheissa sijaitseva kuormia voidaan yhdistää niihin. Releitä voidaan ohjata manuaalisesti releyksikössä sijaitsevan kytkimen kautta, tietokoneohjelman kautta tai ohjelmoinnin jälkeen ohjauspaneelleilla. Käyttö- ja virhetilat nähdään laitteessa sijaitsevasta LED-valosta. Yksi relelähtö voi ohjata maksimissaan 10 ampeerin resistiivistä kuormaa, 8 ampeerin hehkulamppukuor-

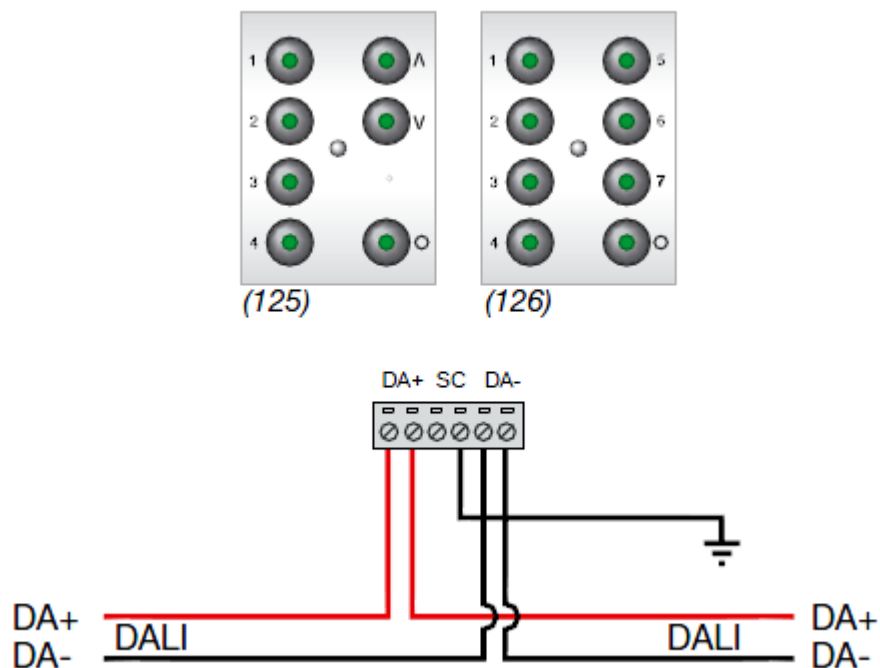
maa tai 5 ampeerin induktiivista kuormaa. Digidim 494 vaatii myös 230 voltin verkkojännitteen. Releyksikkö kehoitetaan suojaamaan 6 tai 10 ampeerin sulakkeella tai johdonsuojakatkaisijalla. Digidim 494 on myös DIN-kiskoasenteinen. Kuviossa 17 esitellään laite ja sen liitännät. (Datalehti DIGIDIM Releyksikkö, Helvar.)



KUVIO 17. Digidim 494 releyksikkö (Valaistusjärjestelmien tuotteet, Helvar).

8.1.3 Ohjauspaneelit

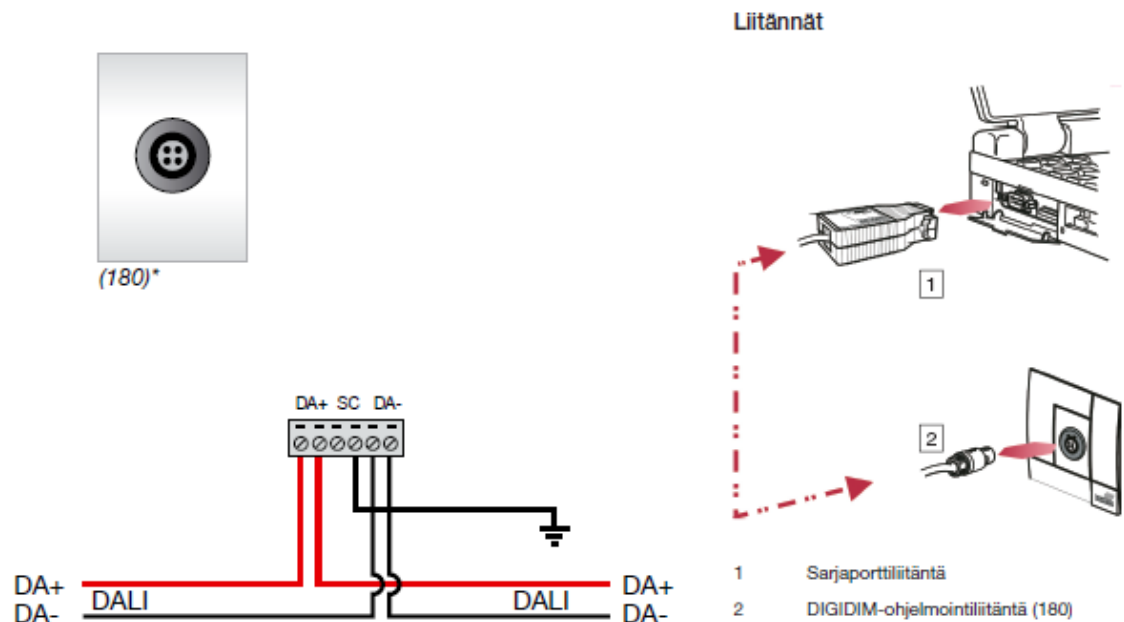
Digidim ohjauspaneelit ovat tarkoitettu DALI-järjestelmän ohjaamiseen paikallisesti. Kaikki Digidim ohjauspaneelit ovat täysin ohjelmoitavia ja yhteensopivia DALI-järjestelmän kanssa. Saatavilla on erilaisia liuku-, kierto- ja painikekytkimiä. Jokainen ohjauspaneeli sisältää myös infrapunavastaanottimen, jonka avulla niitä pystytään ohjaamaan kauko-ohjaimen avulla. Omassa työssäni käytin 125 ja 126 mallin ohjauspaneeleja. 125 malli sisältää 4 ohjelmoitavaa painonappia, ”ylös- ja alas”-säätönapit sekä ”pois päältä”-napin. 126 malli sisältää 7 ohjelmoitavaa painonappia ja ”pois päältä”-napin. Kuviossa 18 esitellään ohjauspaneelit ja niiden liitäntä DALI-järjestelmään. (Datalehti DIGIDIM Modulaariset Ohjauspaneelit, Helvar.)



KUVIO 18. Ohjauspaneelit 125 ja 126 (Valaistusjärjestelmien tuotteet, Helvar).

8.1.4 Ohjelmointipiste

Digidim 180 ohjelmointipiste mahdollistaa yhteyden tietokoneesta DALI-järjestelmään. Järjestelmä yhdistetään tietokoneeseen sarjaportin (RS232) kautta. Tietokone ja DALI-järjestelmä eristetään optisesti toisistaan. Ohjelmointipiste voidaan asentaa samaan tapaan kuin ohjauspaneelit. Kuviossa 19 esitellään ohjelmointipistettä ja sen kytkentää. (Datalehti DIGIDIM Toolbox-ohjelmistopaketti, Helvar.)

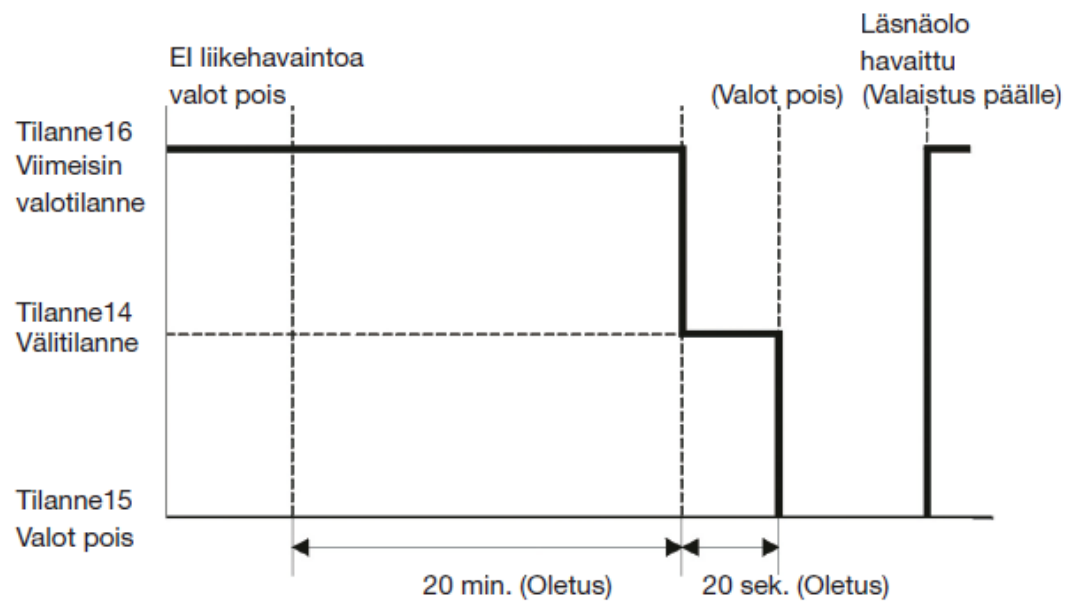


KUVIO 19. Digidim ohjelmointipiste 180 (Valaistusjärjestelmien tuotteet, Helvar).

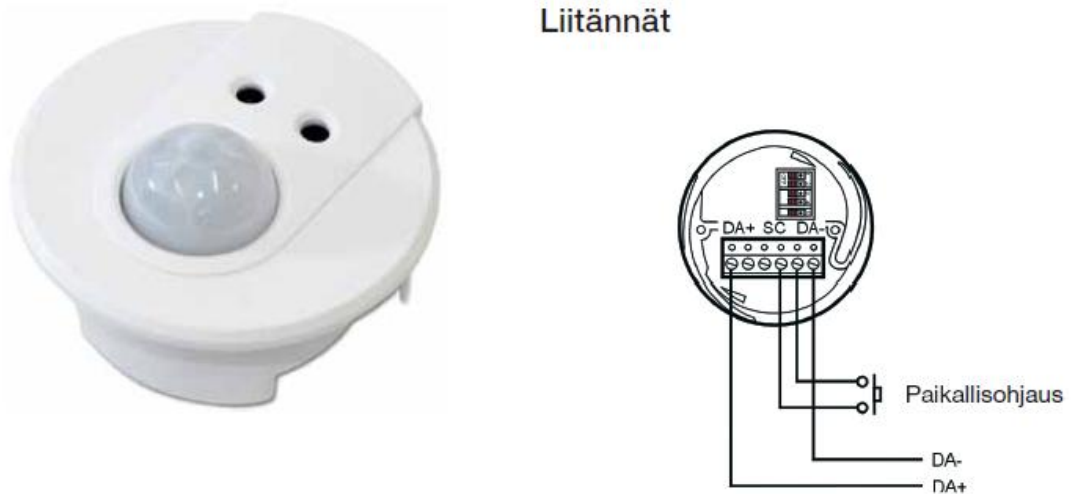
8.1.5 Multisensori 312

Digidim multisensori 312 on kattoon tai valaisinrakenteisiin asennettava tunnistin, joka sisältää liiketunnistimen, valotunnistimen ja infrapunavastaanottimen kauko-ohjaimelle. Liiketunnistin hoitaa tietenkin läsnäolon tunnistuksen ja valotunnistin mittaa valon määrää tilassa, jonne se on sijoitettu. Valotunnistin mittaa siis muuta

valaistusta ja päivänvaloa tilassa. Multisensoriin voidaan ohjelmoida erilaisia poistumisaika asetuksia. Se tarkoittaa aikaa missä valot himmennetään tai kytetään pois, kun tunnistin ei havaitse läsnäoloa. Kuviossa 20 nähdään miten liiketunnistin toimii valojen säädössä. Asetuksia voidaan muuttaa kaukosäätimellä, ohjelmistolla tai viidellä eri kytkimellä, jotka sijaitsevat sensorin sisällä. Kuviossa 21 esitellään laite ja sen kytkentä. (Datalehti DIGIDIM Multisensori, Helvar.)



KUVIO 20. Multisensori 312 liiketunnistimen toiminta (Datalehti DIGIDIM Multisensori, Helvar).



KUVIO 21. Multisensori 312 (Valaistusjärjestelmien tuotteet, Helvar).

8.1.6 Elektroniset liitälaitteet

Työssä käytettiin Helvarin EL-iDim-sarjan elektronisia liitälaitteita. Ne ovat nimenomaan DALI-ohjaukseen tarkoitettuja liitälaitteita. Liitälaitteet olivat 35 watin T5-loistelampuille tarkoitettuja EL1x14-35iDim-liitälaitteita. Ne kykenevät himmentämään loistelampun valotehoa 1 ... 100 prosenttiin. Liitälaitteet ovat mikroprosessorilla ohjattuja. Kuviossa 22 esitellään liitälaitte. (EL-iDim, Helvar.)



KUVIO 22. EL1x14-35iDim (EL-iDim, Helvar).

8.2 Toteutus

Digidim 402 teholähde ja 494 releyksikkö asennettiin ryhmäkeskukseen RK 18, joka sijaitsee sähkövoimatekniikan laboratorion valvojan huoneessa. Teholähde ja releyksikkö saavat sähkönsyöttönsä liitteen 3 keskuskaaviossa näkyvästi lähdoista. Teholähde on suojattu 2 ampeerin sulakkeella ja releyksikkö 10 ampeerin sulakkeella. Releyksikön lähdöt on asennettu rinnakkain keskuksessa sijaitsevien sysäysreleiden kanssa. Releyksiköllä pystytään siis ohjaamaan neljän eri valaistusr ryhmän himmentämättömiä loistevalaisimia. Lisäksi laboratorion vanhan painokytkimet toimivat normaalisti ja releyksikköä voidaan käyttää pelkästään opetustarkoituksissa. Liitteen 1 kytkentäkaaviossa on havainnollistettu keskuksella puolella tapahtuneita kytkentöjä.

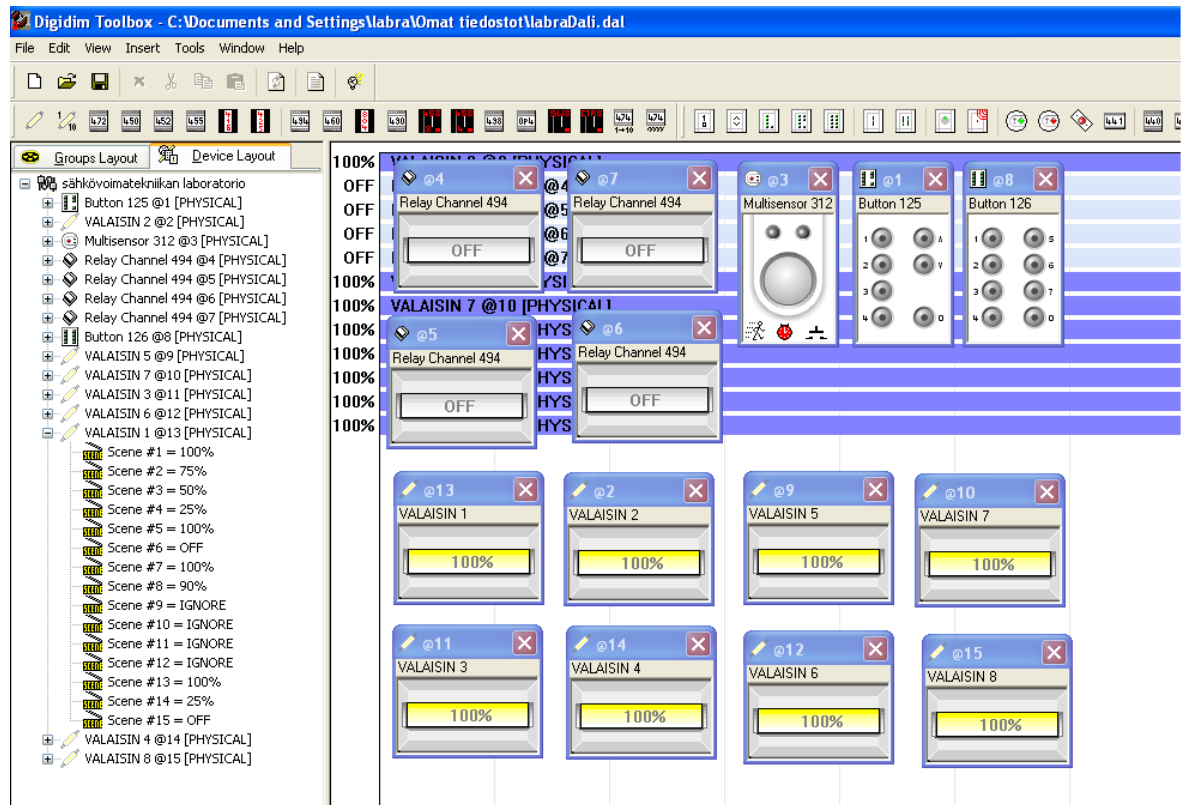
Ohjauskaapelointi alkaa teholahteesta, josta se jatkuu releyksikölle. Releyksiköltä ohjauskaapeli jatkuu kaapelihyllyä pitkin ohjauspaneelille ja niin edespäin. Kaapelihyllyn päätyttyä ohjauskaapeli asennettiin pinta-asennuksena tarralistoja käyt-

täen. Ohjauskaapeli jouduttiin haaroittamaan kahdessa eri paikassa jakorasioiden sisällä. T5-loistevalaisimet sijaitsevat laboratorion tietokonepöytien päällä, ja niihin jouduttiin vaihtamaan DALI-liitäntälaitteet. Loistevalaisimet saavat sähkönsyöttönsä normaalisti keskukselta, eikä siihen tarvinnut tehdä muutoksia. Multisensori sijoitettiin kattoon valaisimien keskelle. Ohjelmointipiste sijaitsee sitä käyttävän tietokoneen vieressä laboratorion nurkassa. Liitteen 1 ja 2 kytkentäkaavioissa on tarkemmin esitelty ohjauskaapeloinnin kulkua. Ohjauskaapelina käytettiin monisäikeistä 1,5 mm² kaapelia.

8.3 Ohjelmointi

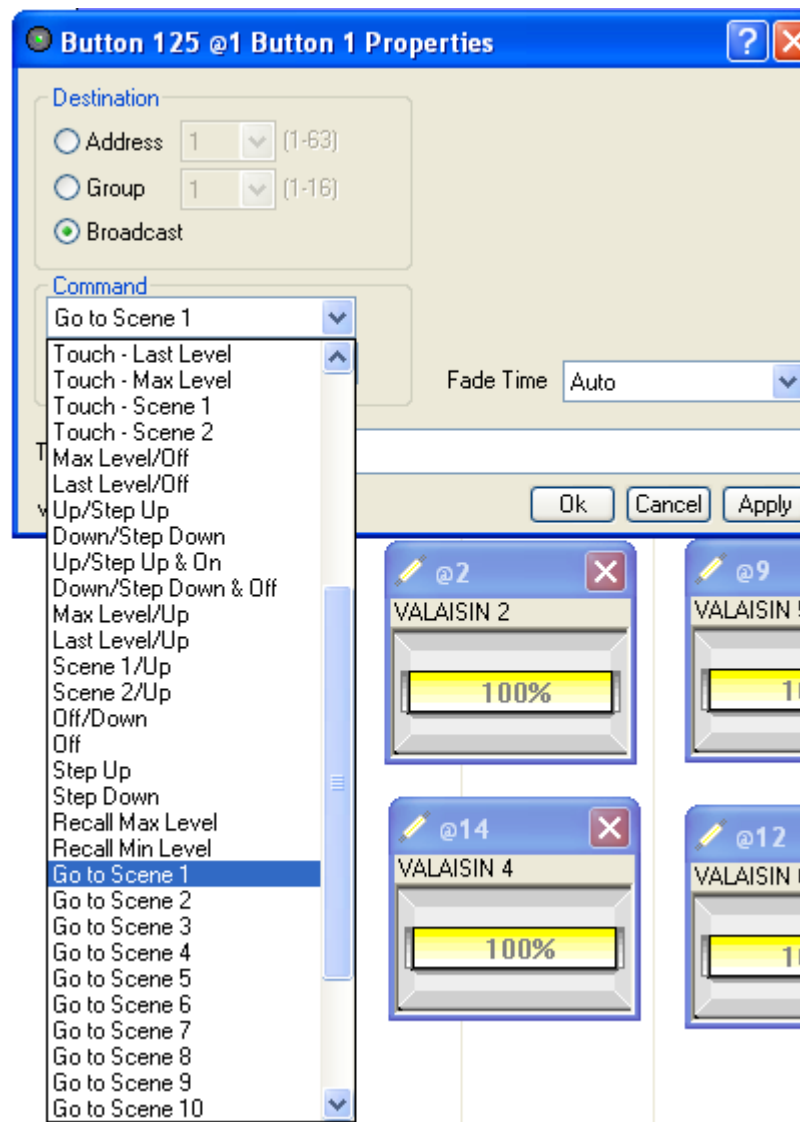
Digidim Toolbox on Helvarin kehittämä ohjelmisto DALI-järjestelmän ohjelmointiin, suunnitteluun ja ylläpitoon. Toolbox on Windows-käyttöjärjestelmälle suunniteltu helppokäyttöinen ohjelmisto. Digidim Toolbox on englanninkielinen ja sitä voidaan käyttää sekä off line- että on line-tilassa.

Off line-tilassa DALI-järjestelmä ei ole kytketty ohjelmointipisteeseen. Off line-tilassa voidaan kuitenkin suunnitella järjestelmiä. Siihen voidaan lisätä virtuaalisia komponentteja ja niiden toimintaa voidaan testata ja tarkastaa. Laitteiden asetuksia voidaan muuttaa vapaasti. Off line-tilassa suunnitellut järjestelmät voidaan helposti siirtää vastaavaan oikeaan järjestelmään. Kaikki ohjelman komponentit ja ryhmät voidaan nimetä itse. Kaikkia off line-tilan toimintoja voidaan käyttää on line-tilassakin. On line-tilassa ohjelma tunnistaa automaattisesti järjestelmän komponentit ja antaa niille yksilöllisen osoitteen. Lisäksi se ratkaisee automaattisesti osoiteristiriidat, jos sellaisia löytyy. Järjestelmän voi tallentaa tietokoneelle myöhempää käyttöä varten. Kuviossa 23 nähdään esimerkki ohjelman käyttöliittymästä. (Datalehti DIGIDIM Toolbox-ohjelmistopaketti, Helvar.)



KUVIO 23. Digidim Toolbox-ohjelmisto

Kaikkia järjestelmän valaisimia voidaan ohjata suoraan ohjelman kautta kuvakkeita painamalla. Valaisimia voidaan ohjata erikseen tai yhtä aikaa. Jokaiseen liitälaitteeseen voidaan tallentaa 16 erilaista valaistustilannetta (Scene). Järjestelmässä voi olla myös 16 eri ryhmää joihin valaisimet voivat kuulua. Liitälaitteeseen tallennetut valaistustilanteet nähdään ohjelman vasemmasta laidasta, kuten kuviossa 23 nähdään. Ohjauspaneelin nappeihin voidaan ohjelmoida monia tilanteita esimerkiksi käskä valaisimen mennä johonkin tiettyyn valaistustilanteeseen (Go to scene). Lisäksi voidaan käyttää käskyjä kuten askel ylös tai alas (Step up/down), maksimi valaistustaso (Max level) tai vaikkapa viimeisin käytössä ollut valaistustaso (Last level). Kuviossa 24 nähdään miten ohjauspaneelien ohjelmointi toimii ohjelmistolla.



KUVIO 24. Ohjauspaneelin ohjelmointi Toolbox-ohjelmistolla

9 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli toteuttaa Centrian sähkövoimatekniikan laboratorioon valaistuksenohjausjärjestelmä opetuskäyttöön, jota pystytään ohjaamaan paikallisesti ja tietokoneella. Aiheen opinnäytetyöhöni sain yliopettaja Jari Halmeelta. Mielestäni DALI-järjestelmä soveltui tähän tarkoitukseen parhaiten ja sen käyttäminen on helppoa. Lisäksi Helvarin Toolbox-ohjelmisto erittäin helppokäyttöinen ja selkeä, mikä on opetuskäytössä tärkeää. Mielestäni järjestelmän suunnittelu ja asennus onnistui hyvin ja vastasi odotuksia. Järjestelmän kaikki komponentit toimivat kuten pitääkin. Mielestäni onnistuin hyvin siihen nähdessä, että aihe oli minulle ennestään vieras.

Opinnäytetyötä aloittaessani en tiennyt juuri mitään valaistuksenohjausjärjestelmistä. Tietoa etsiessäni DALI-järjestelmä vaikutti heti helpolta ja mielenkiintoiselta aiheelta. Opinnäytetyötä tehdessäni sain hyvin perehdyttyä DALI-järjestelmään ja muihin valaistuksenohjausjärjestelmiin. DALI-järjestelmästä löytyi aika vähän tietoa, vaikka se on ollut markkinoilla jo yli kymmenen vuotta. Suurin osa tiedoista oli englanniksi, joka piti kääntää suomeksi. Muutenkin DALI-järjestelmä oli aika tuntematon käsite ihmisten keskuudessa. Sain hyvin tietoa järjestelmän toiminnasta ja toteuttamisesta. Lisäksi sain vahvistettua jo olevassa olevia perustietoja valaistukseen liittyvissä asioissa. Mielestäni sain hyvät lähtökohdat tulevaisuuden työpaikkaa ajatellen, joka voisi liittyä valaistukseen.

Toivon, että rakentamastani opetuslaitteistosta on hyötyä tulevaisuudessa opiskelijoille. Ainakin ne ihmiset, joille olen opinnäytetyötäni esitellyt, ovat olleet erittäin kiinnostuneita laitteistosta. Olen myös saanut positiivista palautetta työstäni.

LÄHTEET

DALI AG, 2001. DALI manual. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.dali-ag.org/c/manual_gb.pdf. Luettu 15.4.2011

Fagerhult, 2007. Valaistussuunnittelijan käsikirja. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://np.netpublicator.com/netpublication/n30265811>. Luettu 10.4.2011

Glamox. DSI-digitaalinen ohjaus. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.glamox.fi/glx/ArticleAdmin/ShowImage.aspx?tblType=Article&Type=Images&ImageId=141827>. Luettu 15.4.2011

Helvar Oy Ab. Datalehti DIGIDIM Multisensori. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.helvar.com/download.asp?id=Multisensori%5F312;3705;{E4AE9924-347F-46E4-9979-854370914A91}>. Luettu 15.4.2011

Helvar Oy Ab. Datalehti Digidim Releyksikkö. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.helvar.com/download.asp?id=DIGIDIM%5F494;3702;{92118298-A722-4A9F-817D-4FC4D2500C74}>. Luettu 15.4.2011

Helvar Oy Ab. Datalehti Digidim Teholähde. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.helvar.com/download.asp?id=DIGIDIM%5F402;3692;{AB857232-5D81-4E1C-A44E-F8836AC34096}>. Luettu 15.4.2011

Helvar Oy Ab. Datalehti Digidim Toolbox-ohjelmistopaketti. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.helvar.com/download.asp?id=DIGIDIM%5F502;3703;{DF07C7B5-A3C0-4B08-BB1D-69B0C71CCF52}>. Luettu 15.4.2011

Helvar Oy Ab. EL-iDim datasheet. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.helvar.com/download.asp?id=T071111A%2Epdf;6251;{7D3F3757-0A0E-40BB-A0C5-DA22DC63C75B}>. Luettu 15.4.2011

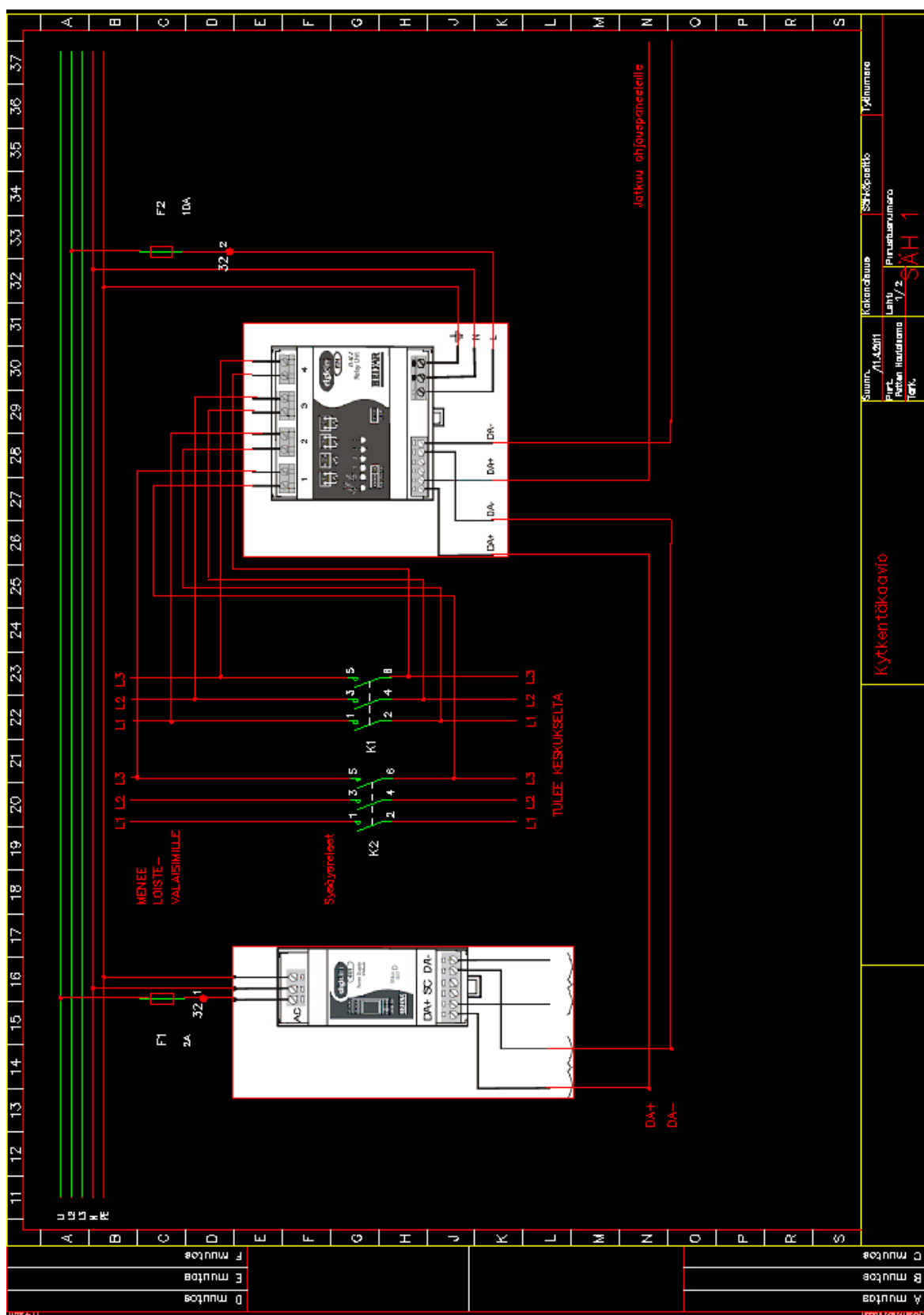
Helvar Oy Ab. Reititinjärjestelmät. Www-dokumentti. Saatavissa:

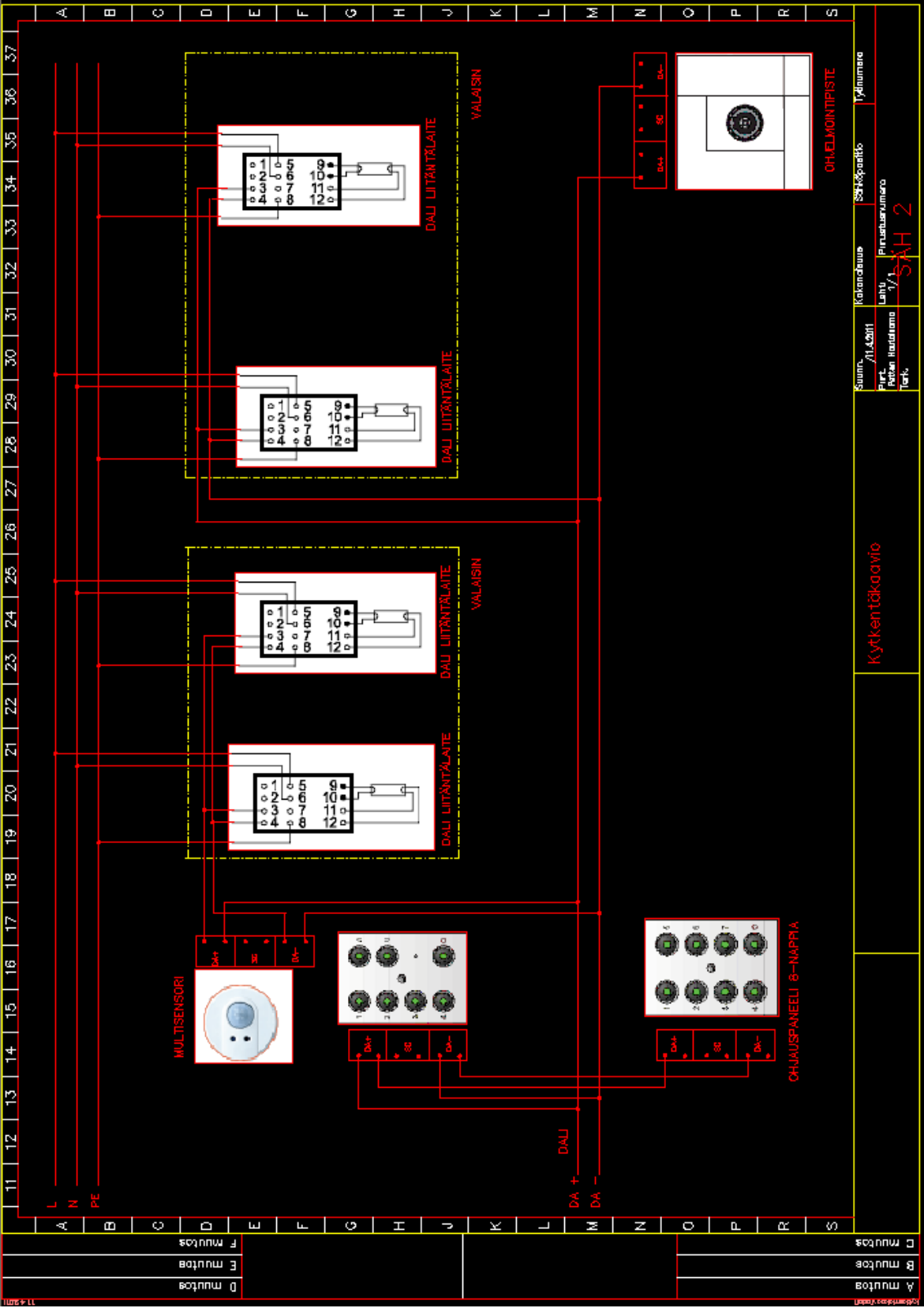
<http://www.helvar.com/download.asp?id=RouterSystems%5FWEB%5FFI%2Epdf;6788;{77F271A4-1E14-42CC-8B2C-3EF77C4C086D}>. Luettu 15.4.2011

Helvar Oy Ab. 2011. Valaistusjärjestelmien tuotteet. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.helvar.com/download.asp?id=Systems%5FCatalogue%5F2011%5FFI%2Epdf;7444;{AEAF7B67-6C35-4DA0-B05C-34DC56323C0D}>. Luettu 15.4.2011

Robert S. Simpson. 2003. Lighting control – Technology and Applications. Focal Press





OHJELMONTIIPPISTE

Kokonaismäärä: 1/1
Päättämäärä: 1/1

Summa: 1/1
Päättämäärä: 1/1

Yhteensä: 1/1

Kytkenäköavio

SAH 2

Yhteensä: 1/1

Yhteensä: 1/1

Yhteensä: 1/1

Yhteensä: 1/1

Yhteensä: 1/1

Yhteensä: 1/1

Yhteensä: 1/1

Yhteensä: 1/1

Yhteensä: 1/1

